I. IRIMESCU

RIGLA DE CALCUL

Prof. ing. ION IRIMESCU

RIGLA DE CALCUL



EDITURA TEHNICĂ
București - 1978



Rigla de calcul rămîne, pînă la introducerea mini-calculatoarelor, un instrument de calcul rapid, folosit în mod curent în atelierele de proiectare, facultăţi, şcoli tehnice, licee de specialitate etc.

Cuprins: Generalităţi. Istoric. Rigla de calcul universală. Principii de calcul la rigla de calcul (înmulţirea, împărţirea, inversul unui număr, operaţii combinate, ridicarea la pătrat a unui număr, extragerea rădăcinii pătrate dintr-un număr, ridicarea la cub a unui număr, extragerea rădăcinii cubice dintr-un număr, ridicarea la puterea a patra şi extragerea rădăcinii de ordinul patru dintr-un număr, aria cercului, logaritmi, antilogaritmi, ridicarea la puterea *n* a unui număr, extragerea rădăcinii de ordinul *n* a unui număr etc). Rigla de calcul pentru electrotehnică. Rigla de calcul circulară.

Este utilă inginerilor, proiectanţilor, studenţilor, tehnicienilor, profesorilor din învăţămîntul mediu şi elevilor de la liceele industriale.



CUPRINSUL



4. Rigla de calcul politehnică

5. Rigla de calcul circulară

INTRODUCERE

a. **Definiţie.** Rigla de calcul este un instrument ce foloseşte la efectuarea rapidă prin simplă citire, cu o precizie practic suficientă, a unor operaţii aritmetice şi trigonometrice, de exemplu înmulţirea, împărţirea, ridicarea la putere şi extragerea rădăcinii, calculul procentelor, determinarea valorilor funcţiilor trigonometrice directe şi inverse, exceptînd adunarea şi scăderea numerelor.

b. **Scop.** Rigla de calcul vine în ajutorul muncitorilor, tehnicienilor, inginerilor, elevilor şi studenţilor, pentru a le înlesni calculele ce apar în cadrul celor mai variate probleme legate de specificul muncii lor.

c. **Istoric.** În anul 1614 matematicianul englez Neper (Napier) John (1550–1617) descoperă logaritmii în baza $e=2{,}271828\ ...$, descoperire ce a fost publicată în lucrarea cu titlul „Marific logarithmorum canonis descriptio. Edinburg e seif 1614“. Tabelele de logaritmi au aplicabilitate universală, uşoară şi rapidă în cele două trigonometrii şi în orice calcul matematic. Logaritmii lui Neper se numesc logaritmi naturali sau neperieni.

În anul 1617, matematicianul englez Briggs Henry (1561–1631), publică prima tabelă de logaritmi în baza 10 sau logaritmii zecimali, în lucrarea „Logarithmorum Chilias prima“, London.

d. **Generalităţi.** Rigla de calcul se bazează pe definiţia şi proprietăţile logaritmilor.

a) *Definiţie.* Logaritmul unui număr oarecare A într-o bază oarecare a este numărul x, exponent, la care trebuie ridicată baza a pentru a se obţine numărul A, adică $A=a^x$ şi deci $\log_a A=x$.

Exemple de calcul. 1°. $81=3^4$, $\log_3 81=4$; 2°. $100=10^2$, $\log_{10}=100=2$; 3°. $64=4^3$, $\log_4 64=3$; 4°. $32=2^5$, $\log_2 32=5$.

Logaritmul unui număr A în baza 10 se notează cu $\log A=\lg A$, fără a se scrie baza ca indice. În toate celelalte cazuri se scrie baza drept indice, adică $\log_a A$. Logaritmul numerelor în baza e se notează cu $l_n A= =LA$.

b) *Proprietăţile logaritmilor.*

Logaritmul unui produs de factori este egal cu suma logaritmilor factorilor produsului, adică:

$$\log_a (A\cdot B\cdot C.\ ...)=\log_a A+\log_a B+\log_a C+\ ...\ .$$

Logaritmul unui cît (*împărţire*) a două numere este egal cu diferenţa dintre logaritmul numărătorului (deîmpărţitorului) şi logaritmul numitorului (împărţitorului) adică:

$$\log_a \frac{A}{B} = \log_a A - \log_a B.$$

Logaritmul unei puteri este egal cu produsul dintre exponentul puterii şi logaritmul bazei, adică:

$$\log_a A^n = n \log_a A.$$

Logaritmul unui radical de ordin n este egal cu cîtul dintre logaritmul numărului de sub radical şi indicele radicalului, adică:

$$\log_a \sqrt[n]{A} = \frac{\log_a A}{n}.$$

Logaritmul unui număr se compune dintr-un număr întreg numit caracteristică notată cu C şi partea zecimală numită mantisă notată cu M, adică:

$$\log A = C, M.$$

Caracteristica C se obţine prin scăderea din numărul cifrelor întregi a numărului dat, unitatea, adică: $C = n_a - 1$, unde n_a este numărul cifrelor întregi a numărului dat A. Dacă numărul A este supraunitar atunci C este pozitiv, dacă el este subunitar atunci C este negativ şi egal în valoare absolută cu numărul de zerouri din stînga numărului semnificativ.

Mantisa M se află în tabele de logaritmi sau pe rigla de calcul şi poate avea trei, cinci, sau mai multe zecimale în baza 10.

Exemple de calcul: 1°. $\log 354,96 = 2,589$; 2°. $\log 1734,35 = 3,247$; 3°. $\log 0,0086 = 3,935$.

Antilogaritmul unui număr x este numărul A care are ca logaritm numărul dat x, adică $\log A = x$, $A = \text{antilog } x$.

Exemple de calcul: 1°. $\log A = 2,856$, $A = 719$; 2°. $\log A = \bar{2},654$, $A = 0,0448$.

e. Scară logaritmică. Imediat după apariţia lucrărilor lui Neper şi Briggs se construieşte prima scară logaritmică. Din cele expuse rezultă că efectuarea operaţiunilor cu ajutorul logaritmilor comportă trei faze de lucru şi anume: 1° căutarea în tabele a logaritmilor numerelor date; 2° combinarea acestor calcule prin adunare, scădere, înmulţire şi împărţire; 3° căutarea în tabele a numărului al cărui antilogaritm este egal cu rezultatul acestor combinări. Prin exerciţii repetate, se poate ajunge ca toate aceste operaţiuni să se facă în timp foarte scurt. Cu toate acestea, imediat după ce Neper şi Briggs au dat la iveală tabelele de logaritmi cu regulile de calcul, s-a căutat ca aceste calcule să se execute în mod mecanic şi astfel s-a construit prima scară logaritmică.

Pentru a construi o scară logaritmică se trasează pe o linie dreaptă, începînd din acelaşi punct, luat ca origine, segmente proporţionale cu logaritmii numerelor, iar la extremitatea fiecăruia dintre aceste segmente se înseamnă numărul al cărui logaritm este proporţional cu lungimea considerată (fig. 1).

Segmentele din fig. 1 reprezintă: $\overline{1\text{-}2}=\log 2, \overline{1\text{-}3}=$ $=\log 3$; $\overline{1\text{-}4}=\log 4$; $\overline{1\text{-}5}=\log 5$, ... $\overline{1\text{-}8}=\log 8$; $\overline{1\text{-}9}=$ $=\log 9$ și $\overline{1\text{-}10}=\log 10$, în baza 10 la o anumită scară.

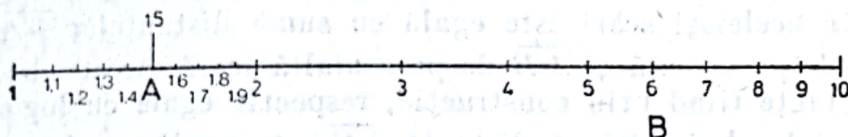


Fig. 1

Pe scara din fig. 1 s-a notat originea cu cifra *1*, deoarece logaritmul numărului *1* este egal cu zero în orice bază, adică $\log 1=0$; într-adevăr $A\times 1=A$; $\log (A\times 1)=\log A$; $\log A+\log 1=\log A$ deoarece $\log 1=0$.

Plecînd de la acest punct notat cu *1*, se vor duce segmente ale căror lungimi măsurate cu o unitate de lungime arbitrară sînt egale cu logaritmii numerelor semnificative 2, 3, 4, 5, ... 8, 9, 10.

Pe segmentele determinate de punctele corespunzătoare log 2, log 3, log 4, ... etc. se vor marca punctele corespunzătoare logaritmilor numerelor 1,1; 1,2 ... 1,9; 2,1; 2,2; ... 2,9; ... etc.

Deși segmentele construite sînt corespunzătoare logaritmilor numerelor, diviziunile vor fi marcate cu 1; 2; 3; ... 8; 9; 10 și 1,1; 1,2; ... 2,1; ... etc. pentru ușurarea folosirii scării.

Dacă scara este prea scurtă și prin urmare diviziunile vor fi înghesuite se poate neglija scrierea unora dintre aceste numere alăturate extremităților segmentelor și se va considera că este suficient să fie însemnate prin segmente normale pe linie. Pentru a înlesni o citire mai ușoară se dau lungimi mai mari segmentelor normale ce corespund numerelor 1,5; 2,5; 3,5 etc. Cu cît lungimea scării este mai mare cu atît precizia calculelor este mai mare și operațiunile sînt mai apropiate de adevăr.

Scara logaritmică astfel construită poate fi folosită la efectuarea unor calcule. De exemplu, se cere să se afle produsul c, al numerelor $a=1{,}5$ și $b=4$.

Deci $c=a\times b$.

Logaritmîndu-se expresia, se obține $\log c=\log (a+b)$; $\log c=\log a+\log b$, $\log c=\log 1{,}5+\log 4$.

Pe scara logaritmică se găsește, începînd din origine, un segment corespunzător $\log a=1{,}5$. Se notează extremitatea acestui segment cu A. Luîndu-se în compas o deschidere egală cu segmentul corespunzător $\log b=\log 4$ de pe scară, se construiește segmentul AB începînd din punctul A.

În acest fel rezultă 2 segmente $\overline{1\text{-}A}=$ măsura $\log 1{,}5$ și $\overline{A\text{-}B}=$ măsura $\log 4$. Segmentul $\overline{1\text{-}B}=\overline{1\text{-}A}+\overline{A\text{-}B}$ va fi corespunzător $\log c=\log a+\log b$.

Se citește pe scară în dreptul punctului B valoarea 6, acesta fiind rezultatul înmulțirii cerute.

f. Scări alăturate. Fără să se modifice întru nimic principiul scării logaritmice, s-a căutat efectuarea operațiunilor aritmetice într-un mod mult mai rapid și mai sigur prin suprimarea compasului și înlocuirea lui prin alte mijloace pentru a cumula segmentele socotite pe scara logaritmică. Pentru aceasta s-a alăturat la o altă scară logaritmică fixă, o altă scară



logaritmică de aceeaşi lungime şi cu aceleaşi diviziuni dar mobilă, purtînd doi indici dintre care unul fix, la extremitatea din stînga, iar celălalt mobil, de-a lungul scării. Pentru înmulţirea numerelor *a* şi *b* se aşază scara mobilă cu indicele fix în dreptul numărului *a* de pe scara fixă şi se deplasează indicele mobil de pe scara mobilă în dreptul numărului *b*. Rezultatul se citeşte pe scara fixă în dreptul indicelui mobil de pe scara mobilă şi se obţine *c*.

g. Scări juxtapuse. Se presupune că sînt juxtapuse două scări logaritmice pe a căror margine comună sînt trasate diviziunile corespunzătoare. Dacă diviziunea *1* a uneia dintre scări se află în dreptul numărului *a* de pe cealaltă, numărul *b* de pe cea dintîi se găseşte în dreptul rezultatului $c=a\times b$ citit pe a doua scară. În adevăr, distanţa punctului *C* de originea *1* a aceleiaşi scări este egală cu suma distanţelor $\overline{1\text{-}A}$ de pe o scară şi $\overline{1\text{-}B}$ de pe cealaltă scară, aceste distanţe fiind prin construcţie, respectiv egale cu $\log a$ şi $\log b$ rezultă că distanţa $\overline{1\text{-}C}$ este egală cu $\log c$, adică: $\log a+\log b=\log (a\times b)=\log c$, prin urmare $a\times b=c$.



1 RIGLA DE CALCUL UNIVERSALĂ

1.1. Părţile componente ale riglei

Părţile componente ale riglei de calcul universală tip Tehnolemn Timişoara sînt următoarele: corpul riglei, rigleta şi cursorul (fig. 2 *a* şi *b*). Rigleta este mobilă şi alunecă în interiorul riglei, iar cursorul este format dintr-o placă de material plastic transparent pe care sînt trasate o linie lungă şi două mai scurte situate în dreapta şi stînga celei lungi fig. 2, *a*.

Cursorul are rolul să indice pe cele două scări ale riglei şi rigletei rezultatele intermediare în ope-

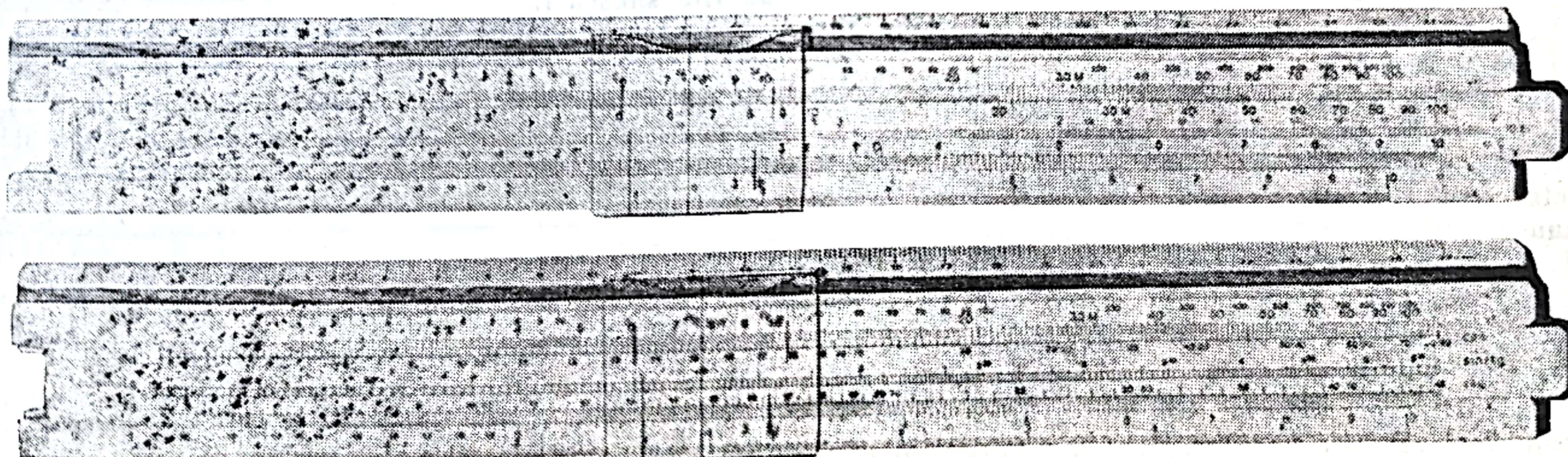


Fig. 2

rațiunile combinate și să facă să corespundă numerele corespunzătoare pe riglă și rigletă.

Rigla de calcul poate avea următoarele lungimi: 10 cm, 12,5 cm, 25 cm, 50 cm, 75 cm, 100 cm etc. Cu cît lungimile lor sînt mai mari cu atît precizia citirii este mai mare, adică numărul cifrelor semnificative citite pe riglă sau rigletă este mai mare pentru respectivul număr. În lucrarea de față se vor descrie în special riglele de 25 cm și 12,5 cm, care sînt cele mai des folosite. Cunoscînd principiul de funcționare a acestora și modul de efectuare a operațiunilor, atunci ușor se poate folosi orice riglă cu dimensiuni mai mari sau mai mici.

1.2. Scările riglei de calcul

Scările de pe corpul riglei sînt: scara lineară sau numerică notată cu *D* și se află pe partea de jos a riglei, scara pătratelor notată cu *A* și este situată pe partea de sus a riglei, scara cuburilor notată cu *K* și este situată în partea superioară a riglei, deasupra scării pătratelor, scara logaritmilor notată cu *L* situată sub scara numerică *D* a riglei sau pe rigletă în locul scării *S&T* fig. 2. Extremitățile scării numerice (lineare) sînt notate cu D_1 și D_{10}. Scara pătratelor este împărțită în două segmente $\overline{1\text{-}10}$ notată cu *As*, adică partea din stînga și $\overline{10\text{-}100}$ notată cu *Ad*, adică partea din dreapta a scării *A* numite subscări. Extremitățile scării pătratelor se notează cu A_1 și A_{100}. Scara cuburilor *K* este împărțită în trei părți egale și anume: $\overline{1\text{-}10}=k_1$, $\overline{10\text{-}100}=k_2$ și $\overline{100\text{-}1000}=k_3$, numite porțiunea din stînga, porțiunea din mijloc și porțiunea din dreapta. La unele rigle aceste porțiuni sînt notate cu segmentele $\overline{1\text{-}1}$, $\overline{1\text{-}1}$, $\overline{1\text{-}1}$.

Scările rigletei sînt următoarele: pe una din fețe sînt construite scara numerică sau lineară notată cu *C* și este identică cu scara *D* de pe riglă și este situată în partea de jos a rigletei, urmează scara inversă notată cu *I*, identică cu scara *C* dar gradată și numerotată de la dreapta la stînga situată în mijlocul rigletei, apoi scara pătratelor notată cu *B*, care este identică cu scara *A* de pe riglă și este situată în partea superioară a rigletei. Extremitățile scării *C* se notează cu C_1 și C_{10} iar extremitățile scării patratelor se notează cu B_1 și B_{100}. Scara pătratelor *B* este împărțită în două părți egale și anume: $\overline{1\text{-}10}=Bs$ și $\overline{10\text{-}100}=Bd$ (fig. 2, *a*) numite subscări.

Pe fața a doua a rigletei sînt marcate următoarele scări: scara funcției trigonometrice sinus notată cu sin, scara s&t, și scara tangentelor notată cu tg (fig. 2, *b*). Cu ajutorul scărilor rigletei se efectuează operațiunile cu funcțiuni trigonometrice iar cu ajutorul scărilor de

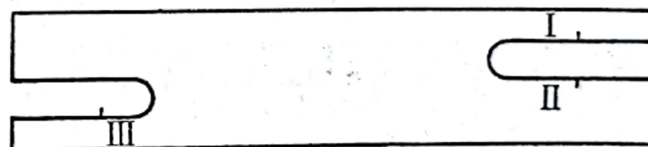


Fig. 3

pe riglă și rigletă se efectuează operațiunile de înmulțire, împărțire, ridicare la putere și extragerea rădăcinii, operațiuni cu logaritmii. Pe spatele riglei (fig. 3)

sînt trasate în interiorul celor două goluri trei repere notate cu *I* şi *II* în golul din dreapta. Reperul superior este notat cu *I* iar cel inferior se notează cu *II*. Cel de-al treilea reper este trasat în partea inferioară a golului din stînga şi se notează cu *III*.

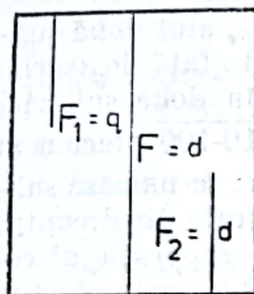


Fig. 4

Alte scări. Riglele de calcul au în continuarea scărilor în dreapta şi în stînga prelungirea diviziunilor în afara indicilor exteriori (fig. 2). Diviziunile acestor prelungiri se trasează de obicei cu culoare roşie. Aceste prelungiri au avantajul că simplifică unele operaţii, ca de exemplu: aflarea ariei cercului.

Cursorul. Cursorul este confecţionat din material plastic transparent pe care sînt trasate trei fire: unul mai lung central numit fir marcator sau reticular notat cu litera $F=d$ şi două fire mai scurte situate la dreapta şi la stînga firului principal notate cu $F_1=q$ şi $F_2=d$ (fig. 4). Cursorul are două gheare cu care poate aluneca în cele două şanţuri ale riglei. Distanţa dintre firul principal $F=d$ şi firele secundare $F_1=q$ şi $F_2=d$ este constanta C cu ajutorul căreia se poate calcula aria sau diametrul cercului.

1.3. Rigla de calcul de lungime 25 cm

Rigla de calcul de lungime 25 cm are mai multe scări logaritmice, care trebuie să fie bine cunoscute în ce priveşte valoarea diviziunilor lor sau mai bine zis, să se cunoască distanţa dintre diviziuni. Prin valoarea unei diviziuni se înţelege valoarea corespunzătoare celui mai mic interval cuprins între două gradaţii succesive.

Diviziunile scării numerice D de pe riglă şi C de pe rigletă. Aceste scări au trasate aceleaşi diviziuni, iar citirea se face la fel pentru amîndouă. Valorile cele mai mici variază în intervalele de la 1 la 2, de la 2 la 4 şi de la 4 la 10 (fig. 2, *a*). *Intervalul* $\overline{1\text{-}2}$ este împărţit în 100 părţi şi valoarea celei mai mici diviziuni este egală cu 1 : 100=0,01. Pe acest interval se vor citi numerele 1; 1,01; 1,02; 1,03; ... 1,1; 1,11; 1,12; ... 1,2; 1,3; 1,4 ... 2. *Intervalul* $\overline{2\text{-}4}$ este împărţit în 100 părţi şi deoarece cuprinde valorile a două intervale $\overline{2\text{-}3}$ şi $\overline{3\text{-}4}$, cea mai mică diviziune va fi egală cu 2:100= 0,02. Prin urmare, în acest interval se vor citi următoarele numere: 2; 2,02; 2,04; 2,06, ... 2,10; 2,12; 2,14, ... 2,20, ... 2,30 ... 2,40 ... 2,90 ... 2,98; 3; 3,02; 3,04 ... 3,10; ... 3,20; ... 3,60; ... 3,80; ... 3,90 ... 3,98; 4. *Pe intervalul* $\overline{2\text{-}4}$ sînt scrise pe riglă şi rigletă numai numerele 3 şi 4 iar restul din numere sînt marcate prin segmente perpendiculare pe linia scării, unele mai mari şi altele mai mici.

Intervalul $\overline{4\text{-}10}$ este împărţit în 120 părţi. Ţinînd seama că acest interval cuprinde 6 subintervale şi anume: $\overline{4\text{-}5}$, $\overline{5\text{-}6}$, $\overline{6\text{-}7}$, $\overline{7\text{-}8}$, $\overline{8\text{-}9}$, $\overline{9\text{-}10}$, valoarea celei mai mici diviziuni va fi 6: 120=0,05. Pe acest interval se vor citi numerele 4; 4,05; 4,10; 4,15; 4,20; 4,40; 4,95; 5; 5,05; 5,10, ... 5,20; ... 5,60; ... 5,80; ... ... 5,90; 5,95; 6; ... 7; ... 8; 8,05; 8,10; ... 9,05;

9,10; 9,15, ... 9,90; 9,95; 10. Pe acest interval sînt scrise pe riglă sau rigletă numai numerele 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. După același principiu se găsesc diviziunile riglelor de pe alte lungimi și forme.

Aceste diviziuni reprezintă logaritmii numerelor de la 1 la 10 la o anumită scară și anume: log 1=0 care reprezintă diviziunea 1 originea segmentelor; intervalul $\overline{1\text{-}2}$ este proporțional cu log 2 care dă diviziunea 2; intervalul $\overline{1\text{-}3}$ este proporțional cu log 3 și dă diviziunea 3, intervalul $\overline{1\text{-}3{,}6}$ este proporțional cu log 3,6 care dă diviziunea 3,6 ... intervalul $\overline{1\text{-}9}$ este proporțional cu log 9 și care dă diviziunea 9 etc.

Diviziunile scării pătratelor A de pe riglă și B de pe rigletă. Citirea diviziunilor pe scările *A* și *B* se face ținînd seama că aceste scări sînt împărțite în cîte două subscări: *As*, *Ad* și *Bs*, *Bd* (fig. 2, *a*).

Intervalul $\overline{1\text{-}2}$ este împărțit în 50 părți și cea mai mică diviziune va fi egală cu 1: 50=0,02, iar citirea numerelor se face după cum urmează: 1; 1,02; 1,04; ... 1,10; 1,12; 1.14; ... 1,90; ... 1,98; 2.

Intervalul $\overline{2\text{-}5}$ este împărțit în 60 părți, iar cea mai mică diviziune este egală cu 3: 60=0,05, citirea numerelor făcîndu-se în acest interval după cum urmează: 2; 2,05; 2,10; ... 2,50; ... 3,00; 3,05; 3,10; ... 4; 4,05; ... 4,95; 5.

Intervalul $\overline{5\text{-}10}$ este împărțit în 50 de părți și cea mai mică diviziune este egală cu 5: 50=0,1, citirea numerelor făcîndu-se în modul următor: 5; 5,10; 5,20; ... 5,90; 6; 6,10; 6,20; ... 7; 7,10; 7,20; ... 8; ... 9; ... 9,80; 9,90; 10.

Aceste diviziuni formează subscara *As* și *Bs*. Identic sînt și subscărilor *Ad* și *Bd*.

Diviziunile de pe scările pătratelor *A* și *B* sînt trasate cu o unitate de lungime egală cu jumătatea din unitatea de lungime cu care sînt trasate diviziunile de pe riglă și rigletă notate cu *D* și *C*.

Între indicele A_1, A_{100} și B_1, B_{100} sînt două subscări puse una în prelungirea celeilalte față de scările *D* și *C*. Scările *A* și *B* sînt împărțite în două subscări identice notate cu $As=\overline{1\text{-}10}$ și $Ad=\overline{10\text{-}100}$ precum și $Bs=\overline{1\text{-}10}$, $Bd=\overline{10\text{-}100}$. Aceste subscări se numesc subscara pătrată din stînga și subscara pătrată din dreapta, iar numărul 10 reprezintă punctul de separație al celor două subscări. Pe scările *A* și *B* se poate efectua ridicarea la puterea a doua și se poate extrage rădăcina de ordinul doi a unui număr.

Din cele arătate mai înainte, se observă că pe intervalul $\overline{1\text{-}2}$ la scara numerică *D* se pot citi exact trei cifre, iar a patra se poate aproxima; în celelalte intervale se citesc exact două cifre și se aproximează a treia cifră. Trebuie observat că partea zecimală (mantisa unui logaritm), este independentă de poziția virgulei care desparte partea întreagă de partea zecimală a unui număr. Pe aceeași diviziune a scării *D* a riglei se pot citi toate numerele de forma $A \times 10^m$, unde *m* este un număr oarecare întreg, pozitiv sau negativ ca de ex: 0,036; 0,36; 3,6; 36; 360; toate aceste numere se citesc pe diviziunea 36. Nu este necesar să se țină seama de virgulă cînd se citește pe riglă, deoarece, după cum se va vedea mai tîrziu, sînt reguli foarte simple care dau numărul exact de cifre întregi sau ordinul de mărime al rezultatelor tuturor operațiunilor ce se pot efectua la rigla de calcul.

Diviziunile scării K a cuburilor. Scara K a cuburilor de pe partea superioară a riglei este compusă din trei segmente egale notate cu $K_1=\overline{1\text{-}10}$, $K_2=\overline{10\text{-}100}$ şi $K_3=\overline{100\text{-}1000}$, divizate fiecare de la 1 la 10, de la 10 la 100 şi de la 100 la 1000 (fig. 2.). Unele rigle sînt notate pe scara cuburilor cu $K_1=\overline{1\text{-}1}$, $K_2=\overline{1\text{-}1}$ şi $K_3=\overline{1\text{-}1}$.

Un segment al scării cuburilor este deci de trei ori mai mic decît segmentul corespunzător de pe scara numerică D a riglei.

Intervalul $\overline{1\text{-}2}$ de pe subscara K_1 este împărţit în 50 părţi şi în acest caz o diviziune este egală cu $1 : 50=0{,}02$. *Intervalul* $\overline{2\text{-}5}$ este împărţit în 60 părţi şi o parte este egală cu $3 : 60=0{,}05$ iar *intervalul* $\overline{5\text{-}10}$ este împărţit în 50 de părţi şi cea mai mică diviziune este egală cu $5 : 50=0{,}1$. Celelalte două segmente K_2 şi K_3 sînt împărţite în acelaşi fel ca şi K_1. Cu ajutorul scării cuburilor se efectuează ridicarea la cub şi extragerea rădăcinii cubice dintr-un număr oarecare.

Diviziunile scării logaritmice L. Scara logaritmilor L situată în partea de jos a riglei este împărţită în 500 părţi de la 0 la 10. Valoarea cea mai mică a unei părţi este de $1 : 500=0{,}002$. Pe scara L se citesc mantisele logaritmilor numerelor de pe scara lineară D. Prin urmare, orice număr citit pe scara logaritmilor L va fi de forma $0, M$, unde M este mantisa citită pe scara L.

Dacă scara L este situată pe spatele rigletei în locul scării s&t, ea este împărţită de la dreapta spre stînga şi deci citirea se va face în acelaşi sens.

Scara inverselor I. Această scară este identică cu scara C de pe rigletă şi este împărţită şi numerotată de la dreapta la stînga. Cu această scară I se calculează inversele numerelor.

Diviziunile scării sin. Scara sin de pe spatele rigletei este folosită la aflarea valorii funcţiunii sinusului unghiurilor cuprinse între 5°44′ şi 90° fig. 2, *b* precum şi a cosinusului unghiurilor cuprinse între 0° şi 84°16′. Scara sin este împărţită în intervalul 5°44′ la 90° în felul următor: pînă la 6° intervalul este împărţit în trei părţi iar o parte este egală cu 5′; în intervalul de la 6° la 10° cea mai mică diviziune este tot de 5′; intervalul de la 10° la 20° este împărţit în 60 părţi şi cea mai mică diviziune este de $\frac{10°\cdot 60}{60}=10'$; intervalul de la 20° la 40° este împărţit în 60 părţi şi cea mai mică parte este egală cu $\frac{20\cdot 60}{60}=20'$; intervalul de la 40° la 60° este împărţit în 40 părţi şi cea mai mică parte este egală cu $\frac{20°\cdot 60}{40}=30'$; intervalul de la 60° la 80° este împărţit în 20 părţi şi cea mai mică parte este egală cu $\frac{20°}{20}=1°$.

Diviziunile scării s&t. Scara lui s&t foloseşte la aflarea valorilor funcţiunilor sinus şi tangentă ale unghiurilor cuprinse între 34′ şi 5°44′, la aflarea cosinusului unghiurilor cuprinse între 84°16′ şi 89°26′ precum şi a cotangentelor aceloraşi unghiuri. În cazul cînd în locul scării s&t este trasată scara logaritmilor L, atunci scara s&t este trasată pe scara lui sin, pe jumătatea din stînga, astfel încît numai

cu ajutorul acestei scări se determină valorile funcţiunilor trigonometrice corespunzătoare atît scării sin cît şi scării s&t.

Diviziunile scării tg. Scara tangentei tg permite aflarea tangentei unghiurilor cuprinse între 5°44′ şi 84°16′, scara fiind împărţită numai de la 5°44′ la 45°. Cea mai mică parte are următoarele valori: în intervalul 5°44′ şi 20° este de 5′ iar în intervalul de la 20° la 45° este de 10′.

1.4. Rigla de calcul de lungime 12,5 cm

Această riglă are aceleaşi scări ca şi rigla de lungime 25 cm la care diferă mărimea diviziunilor.

Diviziunile scării numerice D a riglei şi C a riglei sînt următoarele: *intervalul* $\overline{1-2}$ are cea mai mică diviziune egală cu 0,02; *intervalul* $\overline{2-5}$ are cea mai mică diviziune egală cu 0,05 şi *intervalul* $\overline{5-10}$ are cea mai mică diviziune egală cu 0,1.

Diviziunea scării pătratelor A şi B. În intervalul $\overline{1-3}$ valoarea celei mai mici diviziuni este de 0,05; în intervalul $\overline{3-6}$ valoarea cea mai mică a unei diviziuni este de 0,1; în intervalul $\overline{6-10}$, cea mai mică diviziune este de 0,2.

Diviziunile scării cuburilor K. Una din cele trei subscări K_1, K_2 şi K_3 este împărţită după cum urmează: intervalul $\overline{1-2}$ este împărţit în 20 de părţi şi cea mai mică parte este egală cu 1 : 20=0,05; intervalul $\overline{2-4}$ este împărţit în 20 de părţi şi cea mai mică parte este egală cu 2 : 20=0,1; intervalul $\overline{4-10}$ este împărţit în 12 părţi iar cea mai mică parte este egală cu 6 : 12=0,5.

Diviziunile scării logaritmilor L. Scara logaritmilor este împărţită în 250 părţi şi cea mai mică parte este egală cu 0,004.

Diviziunile scărilor trigonometrice. Scările trigonometrice sin, s&t şi tg sînt identice cu scările de pe rigla de lungime 25 cm. În general, aceste scări sînt identice pentru riglele de calcul de orice lungime şi formă.

Diviziuni suplimentare. Pe rigla şi rigleta riglei de calcul sînt trasate anumite numere ce se folosesc foarte des în calcule, ceea ce permite separarea lor cu precizie. Aceste numere sînt: $\pi=3{,}1416$ ... trasate pe scările *D*, *C*, *As* şi *Bs*; $M=\frac{1}{\pi}=0{,}318$, trasate pe scările *Ad* şi *Bd*; $C=\frac{2}{\sqrt{\pi}}=1{,}128$, trasate pe scările *D* şi *C* şi care foloseşte la aflarea ariei sau a diametrului cercului; $C_1=\sqrt{\frac{40}{\pi}}=3{,}57$ trasat pe scările *D* şi *C*; $\rho''=206265$, trasat pe scările *D* şi *C*; $\rho'=3437$, trasat pe scara *C*. Diviziunile ρ'' şi ρ' se folosesc la calculul funcţiunilor trigonometrice ale unghiurilor mai mici de 34′ şi mai mari decît 89°26′. Pe spatele riglei sînt înscrise mai multe constante ce se folosesc în calcule cu ajutorul riglei.

1.5. Construcţia riglei de calcul

Nomograma. Nomograma este reprezentarea grafică a dependenţei funcţionale între două sau mai multe variabile, cu ajutorul căreia se poate determina prin simplă citire valoarea numerică a uneia dintre variabile în funcţie de valorile numerice ale celorlalte variabile.

Rigla de calcul este în acest caz o nomogramă a cărei scară logaritmică numerică *D* are următoarea ecuaţie:

$$y=m \log x$$

unde m este un parametru care depinde de lungimea riglei şi care se numeşte modulul scării. În cazul riglei de calcul de lungime 25 cm parametrul $m=25$ şi ecuaţia riglei devine:

$$y=25 \log x.$$

Pentru construcţia scării logaritmice numerice D în cazul riglei de lungime 25 cm se întocmeşte un tabel de variaţii al funcţiunii dată de relaţia amintită, pentru diferite valori date variabilei x cuprinse între 1 şi 10, adică $1 \leqslant x \leqslant 10$. Pentru obţinerea valorilor funcţiunii $y=25 \log x$, se dă lui x diferite valori şi apoi se calculează valorile lui y.
Exemple: pentru $x=2$, $y=25 \log 2=25 \cdot 0{,}301 \simeq 7{,}5$, pentru $x=7$, $y=25 \log 7=25 \cdot 0{,}744 \simeq 21{,}1$ etc.

Dacă se măsoară pe rigla de calcul de lungime 25 cm, segmentul $\overline{1\text{-}2}$ se constată că el este egal cu 7,5 cm; iar segmentul $\overline{1\text{-}9}$ este egal cu 23,9 cm şi segmentul $\overline{1\text{-}10}=25$ cm. În consecinţă cu ajutorul tabelului se construieşte scara logaritmică *D* a riglei de calcul, care se numeşte scara numerică sau lineară. La fel se procedează pentru orice lungime a scării logaritmice.

Problema se pune, cum se poate construi scara logaritmică pentru valori mai mari decît cele cuprinse între 1 şi 10, de ex. $10<x<100$. Pentru aceasta se observă că orice număr x' cuprins între 10 şi 100 se poate scrie sub forma $x'=10\,x$, unde x este cuprins între 1 şi 10. Dacă aplicăm logaritmul egalităţii anterioare se obţine $\log x'=\log(10\,x)=\log 10+\log x=1+\log x$, adică logaritmul unui număr x' cuprins între 10 şi 100 este egal cu logaritmul x cuprins între 1 şi 10 la care se adaugă unitatea. În general, dacă avem $y'=m \log x'=m(1+\log x)=m+m \log x$ deci $y'=y+m$ sau $y'-y=m$ care indică că diferenţa ab-

Tabel de variaţie a funcţiunii $y=25 \log x$.

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$y=25 \log x$	0	7,5	11,9	15	17,5	19,4	21,1	22,6	23,9	25
Punctele de diviziune ale scării	$A(0;0)$	$B(7{,}5;0)$	$C(11{,}9;0)$	$D(15;0)$	$E(17{,}5;0)$	$F(19{,}4;0)$	$G(21{,}1;0)$	$H(22{,}6;0)$	$I(23{,}9;0)$	$J(25;0)$

scisclor y' şi y ale punctelor de cotă x respectiv x' este egală cu modulul m.

Pentru construcţia scării logaritmice pentru cota x cuprinsă între 10 şi 100, practic se construieşte scara pentru punctele de cote x cuprinse între 1 şi 10 şi apoi se copiază scara cu diviziunile respective şi se aşază în continuarea primei scări; diviziunile notate pe prima scară cu cota x, se notează pe scara a doua în prelungire cu $x'=10\,x$. De exemplu: scara pătratelor pe rigla de calcul este formată din cele două subscări identice *As* şi *Ad*, din care s-a vorbit mai înainte unde modulul m este egal cu jumătatea modulului scării *D*.

La rigla de calcul de lungime 25 cm s-au întîlnit următoarele scări logaritmice: 25 cm pentru scara *D*; 12,5 cm pentru subscările *As* şi *Ad* de pe scara pătratelor *A*; $\frac{25}{3}$ pentru cele trei subscări identice ce formează scara cuburilor *K*. În construcţia nomogramelor se folosesc uneori scări logaritmice de diferite module, adică scări logaritmice de lungimi diferite mai mari sau mai mici.

2 Principii de calcul cu rigla de calcul

2.1. Generalităţi

Cu rigla de calcul, indiferent de lungimea şi forma acesteia, se pot executa următoarele operaţii: înmulţire, împărţire, ridicare la puterile: a doua, a treia şi a patra, extragerea rădăcinii de ordinul doi, de ordinul trei şi de ordinul patru, operaţii combinate, calculul numerelor inverse, calculul valorilor funcţiunilor trigonometrice directe şi inverse etc.

În primul rînd şi înainte de a trece la calcule, este absolut necesar ca, mînuitorul riglei să cunoască foarte bine diviziunile scărilor riglei şi rigletei, adică să facă foarte multe citiri pe aceste scări ca să se obişnuiască cu ele.

Exemple de citire pe riglă: citirea pe scara numerică pe porţiunea $\overline{1\text{-}2}$, unde se poate citi din unitate în unitate pentru cifra a treia (fig. 5).

Citirea pe porţiunea $\overline{2\text{-}4}$ (fig. 6) unde se poate citi din 2 în 2 pentru cifra a treia.

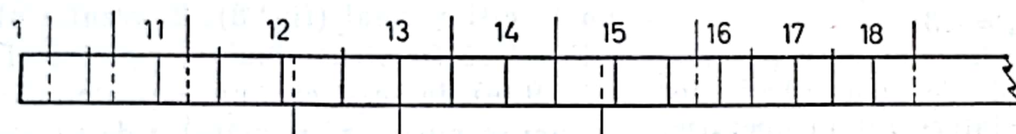


Fig. 5

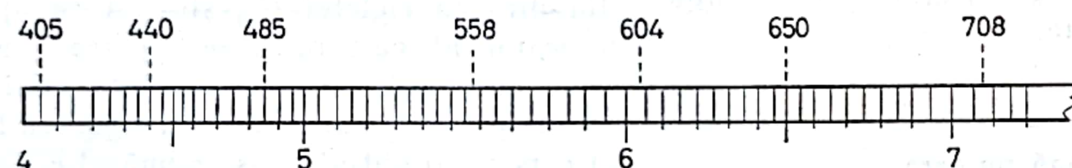


Fig. 6

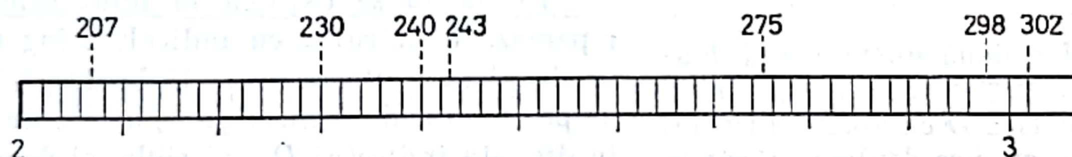


Fig. 7

Citirea pe intervalul $\overline{4\text{-}10}$ unde se poate citi din 5 în 5 pentru cifra a treia (fig. 7).

Pentru a se obţine în diferite calcule cu rigla un rezultat corect, este necesar ca numerele de pe riglă să fie reperate în mod just, iar citirea să se facă cu foarte mare atenţie pentru a se putea obţine o precizie cît mai mare.

Pentru executarea calculelor în mod corect este necesar să se ţină seama de următorul principiu: citirea pe riglă să se facă printr-o privire perpendiculară pe planul riglei în dreptul numărului căutat.

În efectuarea calculelor cu ajutorul riglei nu se poate obţine uşor ordinul de mărime al rezultatului, adică nu se poate afla imediat pe riglă poziţia virgulei zecimale sau numărul cifrelor întregi ale rezultatului. Determinarea virgulei (zecimale) la rezultatul calculului este neapărat necesară pentru că, fără aceasta, rezultatul calculului nu are valoare efectivă.

În unele cazuri simple, de înmulţire sau de împărţire, se poate uşor determina ordinul de mărime, însă la efectuarea unor calcule complicate ex.: calculul combinat, aflarea rădăcinii cubice etc. poziţia virgulei nu se poate afla uşor şi rapid. De aceea, la fiecare operaţie în mod separat se va indica modul cum se poate determina ordinul de mărime, prin formule corespunzătoare. Pentru a deduce aceste formule se va nota cu N numărul cifrelor întregi ale rezulta-

tului operației și cu n_a, n_b, n_c etc., numărul cifrelor întregi ale factorilor operațiilor. Pentru numere zecimale cu întregi sau supraunitare, numărul cifrelor situate înaintea virgulei au semnul plus, iar numărul zerourilor după virgulă la numere subunitare este un număr negativ egal cu numărul de zerouri. Ex. 58,936, $n_a=2$; 1534,005, $n_a=4$; 0,678, $n_a=0$; 0,0725, $n_a=-1$; 0,000725, $n_a=-3$.

Numărul cifrelor întregi ale unei operații efectuate cu rigla de calcul depinde de numărul cifrelor întregi ale numerelor care au intervenit în operație. Dependența acestor numere se va arăta prin exemple pentru fiecare caz în parte.

2.2. Înmulțirea a două numere

Pentru a afla produsul a două numere a și b se aduce indicele stîng C_1 de pe rigletă în dreptul numărului a reperat pe scara numerică D cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează cursorul pînă ce firul lui marcator reperează numărul b pe scara numerică C a rigletei. Rezultatul notat cu c se reperează pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator al cursorului, adică $c=a\times b$ (fig. 8).

La citirea rezultatului se pot întîmpla următoarele două cazuri: 1) rezultatul înmulțirii adică c să fie situat pe riglă în dreptul numărului b și deci se poate citi normal (fig. 8). 2) rezultatul înmulțirii c, adică b să fie situat înafara riglei deci în dreapta ei (fig. 9, a), în acest caz, nu se poate citi acest rezultat, atunci se reperează numărul a de pe riglă cu indicele din dreapta rigletei C_{10} și apoi cu ajutorul firului marcator al cursorului se reperează numărul b pe scara numerică c a rigletei. Rezultatul înmulțirii se citește pe scara numerică D a riglei cu firul marcator al cursorului obținîndu-se numărul c, fig. 10, b.

Problema se explică în felul următor: dacă se reperează numărul a cu indicele stîng C_1 al rigletei, produsul c se citește pe riglă în dreptul numărului b de pe rigletă, dar din fig. 9, a se observă că el cade în dreapta indicelui D_{10} al riglei și deci citirea rezultatului nu se poate efectua decît dacă se prelungește

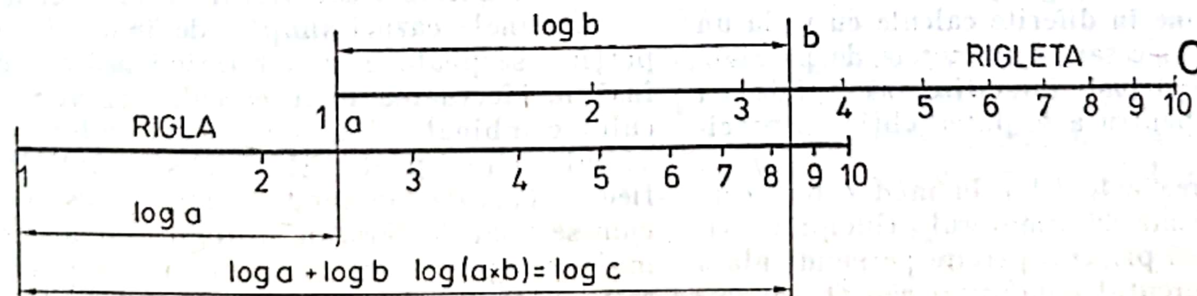


Fig. 8

rigla dincolo de acest indice şi în care caz există relaţia:

$$\log a+\log b=\log (a\times b)=1+\log c=\log 10+\log c;$$
$$a\times b=10\ c.$$

La acest rezultat se poate ajunge (fig. 9, *b*), dacă se aduce indicele drept C_{10} al rigletei în dreptul numărului *a* de pe scara numerică *D* a riglei şi apoi se citeşte pe riglă cu ajutorul firului marcator *F*=*d* al cursorului în dreptul numărului *b* reperat pe rigletă; atunci rezultatul înmulţirii *c* este dat de formula:

$$1-\log b=\log a-\log c \text{ sau } \log a+\log b=\log 10+$$
$$+\log c;\ a\times b=10\ c.$$

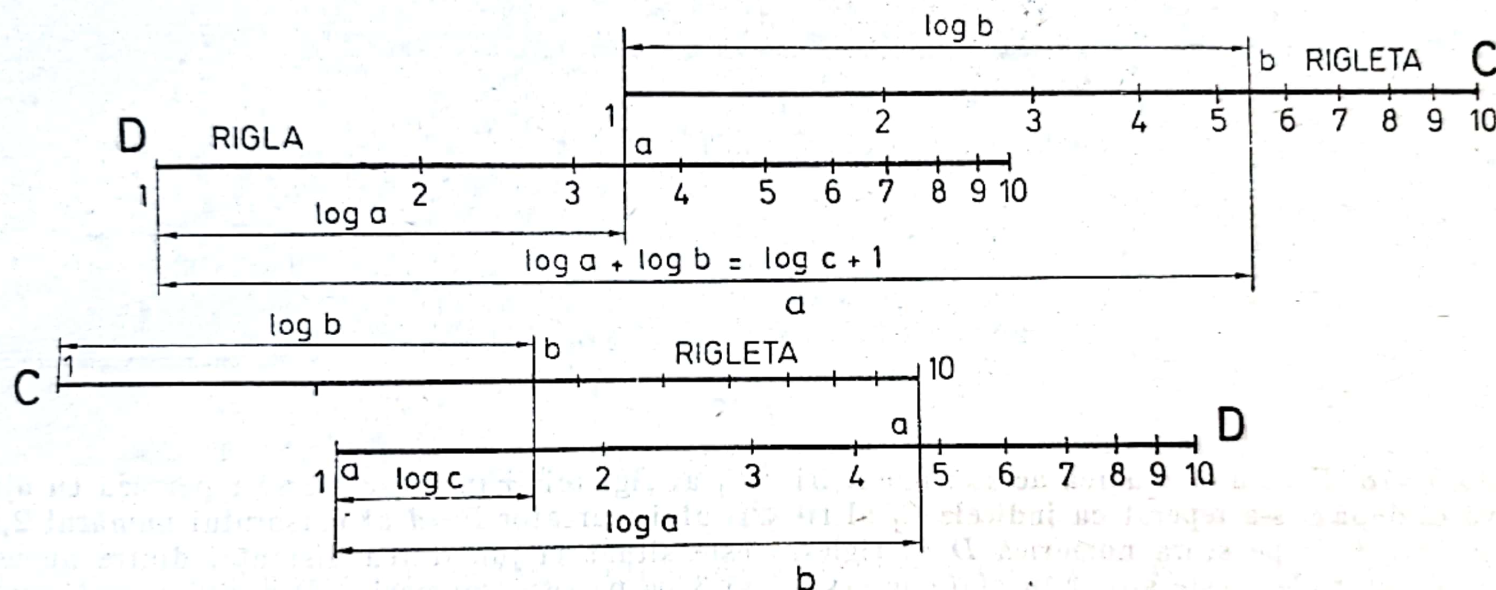


Fig. 9

Exemple de calcul. 1°. $2\times3=6$. Se reperează cu ajutorul firului marcator *F*=*d* al cursorului numărul 2 pe scara numerică *D* a riglei, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele din stînga C_1 ajunge în dreptul numărului 2 de pe riglă. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator *F*=*d* se suprapune cu limita de pe rigletă ce reprezintă numărul 3 (fig. 10). Rezultatul înmulţirii se citeşte pe scara numerică *D* a riglei în dreptul firului marcator *F*=*d* care este egal cu 6.

$$\log 2+\log 3=\log (2\times3)=\log 6;\ 2\times3=6.$$

2°. $1{,}6\times6=9{,}6$. Se reperează cu ajutorul firului marcator *F*=*d* numărul 1,6 pe scara numerică *D* a

riglei, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele C_1 reperează acest număr. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator $F=d$ reperează numărul 6 pe scara numerică C a rigletei. Rezultatul înmulţirii se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ al cursorului care este egal cu 9,6.

a riglei, care este egal cu 18, fig. 11; $\log 3+\log 6=$ $=\log (3\times 6)=\log 18$; $3\times 6=18$.

4°. $2{,}5\times 7=17{,}5$. Pentru executarea acestei operaţii se observă că nu se poate obţine rezultatul căutat dacă se reperează numărul 2,5 cu indicele stîng

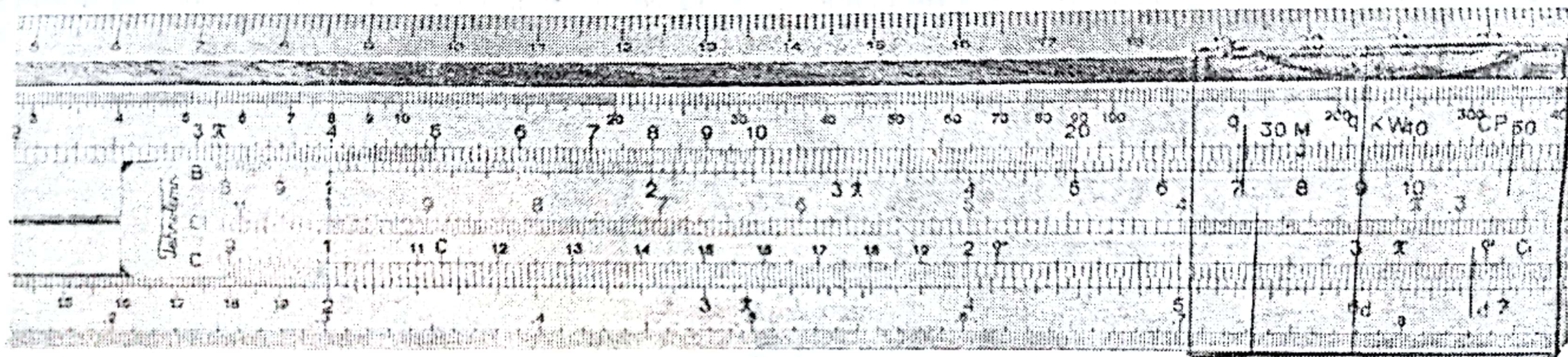


Fig. 10

3°. $3\times 6=18$. Pentru efectuarea acestei înmulţiri se observă că după ce s-a reperat cu indicele C_1 al rigletei numărul 3 de pe scara numerică D al riglei, numărul 6 de pe rigletă este situat în afara intervalului $\overline{1-10}$ de pe riglă şi deci nu se poate citi rezultatul. În acest caz, se reperează cu firul marcator $F=d$ al cursorului numărul 3 pe scara numerică D a riglei, apoi se deplasează rigleta spre stînga pînă ce indicele C_{10} se suprapune cu firul marcator $F=d$, apoi se deplasează cursorul pînă ce firul lui marcator reperează numărul 6 pe scara numerică C a riglei şi se citeşte rezultatul înmulţirii pe scara numerică D

C_1 al rigletei şi în acest caz se reperează cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului numărul 2,5 care este situat la jumătatea distanţei dintre numerele 2 şi 3 de pe scara numerică D a riglei, apoi se deplasează rigleta spre stînga pînă ce indicele drept C_{10} al rigletei se suprapune cu firul marcator. Se deplasează cursorul pînă ce firul lui marcator $F=d$ reperează numărul 7 pe scara C a rigletei. Se citeşte rezultatul operaţiei pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ şi se obţine numărul 17,5.

În aceste exemple simple de calcul al înmulţirii a doi factori numerici s-a putut uşor determina numă-

rul cifrelor întregi sau poziţia virgulei zecimale, adică ordinul de mărime al rezultatului. În cele ce urmează se va arăta modul cum se poate determina, în cazul înmulţirii a doi sau mai mulţi factori, ordinul de mărime al rezultatului în cele două poziţii ale riglei.

Dacă notăm cu n_a şi n_b numărul cifrelor întregi sau al zerourilor după virgulă ale numerelor a şi b şi cu N numărul cifrelor sau al zerourilor rezultatului înmulţirii c, atunci între aceste 3 numere există o relaţie care determină numărul cifrelor întregi ale produsului c.

Folosind prima proprietate a logaritmilor se obţine relaţia:

$$\log(a\times b)=\log a+\log b=n_a-1+m+n_b-1+m_1,$$

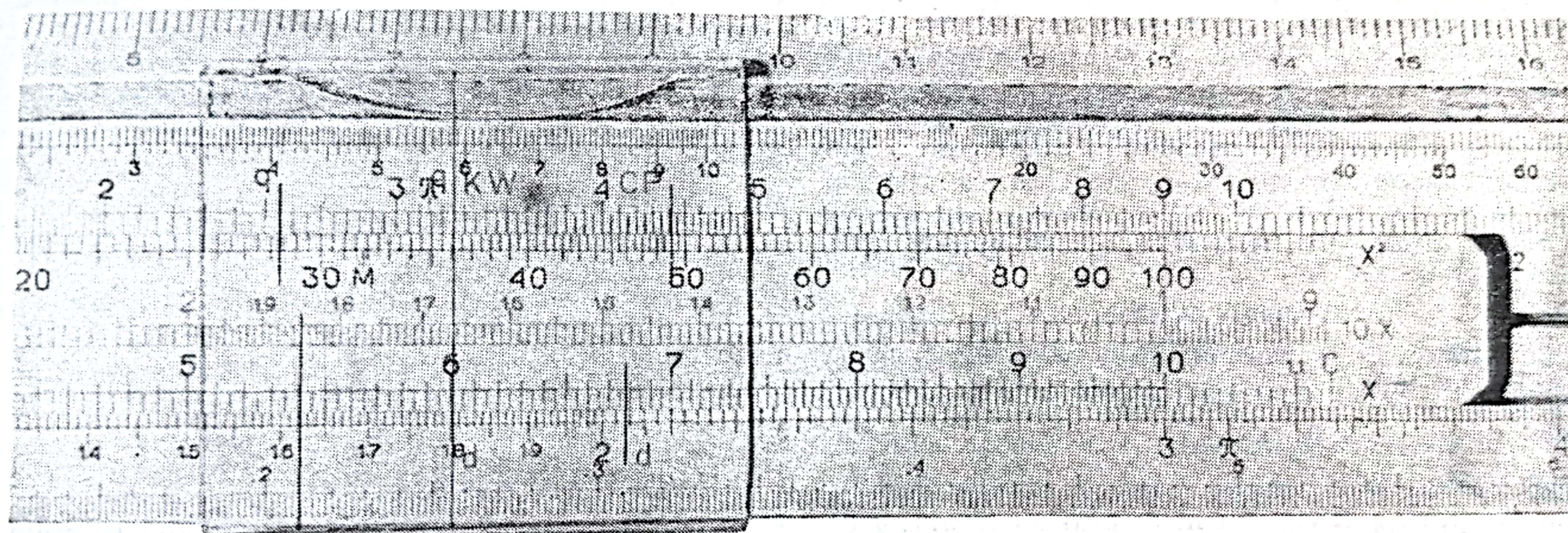


Fig. 11

unde m şi m_1 sînt mantisele celor doi logaritmi. Din adunarea celor două mantise m şi m_1 se poate obţine următoarele: $m+m_1<1$ sau $m+m_1=1+m_2$, unde m_2 este mantisa log c al produsului, după cum rigleta se deplasează spre dreapta sau spre stînga faţă de riglă. Rezultă în consecinţă următoarele relaţii:

$$\log(a\times b)=(n_a-1)+(n_b-1)+1+m_2=$$
$$=(n_a+n_b-1)+m_2;$$
$$\log(a\times b)=(n_a-1)+(n_b-1)+m_2=$$
$$=(n_a+n_b-2)+m_2.$$

Caracteristica produsului este n_a+n_b-1 sau n_a+n_b-2, ceea ce înseamnă că, numărul cifrelor

întregi (numărul zerourilor după virgulă) va fi egal cu n_a+n_b, adică egal cu numărul cifrelor întregi (numărul zerourilor după virgulă) ale celor doi factori, sau n_a+n_b-1, adică aceeaşi sumă micşorată cu o unitate, după cum se foloseşte indicele drept c_{10} sau stîng c_1 al rigletei. Aceasta se datoreşte antilogaritmului care dă numărul de cifre întregi (de zerouri după virgulă) ale rezultatului, adăugînd unitatea la caracteristica logaritmului rezultatului. Din aceste considerente se deduc formulele cu ajutorul cărora se determină ordinul de mărime sau poziţia virgulei rezultatului înmulţirii. Aceste formule sînt următoarele:

(1) $$N=n_a+n_b-1,$$

cînd rigleta este la dreapta, adică se fixează indicele stîng c_1 al rigletei în dreptul numărului a de pe riglă;

(2) $$N=n_a+n_b,$$

cînd rigleta este la stînga, adică se fixează indicele din dreapta c_{10} al rigletei în dreptul numărului a de pe riglă. În aceste două formule n_a şi n_b pot fi pozitive sau negative, după cum factorii produsului sînt numere supraunitare sau subunitare.

R e g u l a I. *Dacă rezultatul produsului a două numere $a\times b=c$ este situat la dreapta primului factor de pe riglă, folosind indicele stîng c_1 al rigletei, numărul cifrelor întregi ale acestui produs c este egal cu suma cifrelor întregi ale celor doi factori micşorat cu unitatea conform formulei* (1).

R e g u l a II. *Dacă rezultatul produsului celor două numere $a\times b=c$ este situat la stînga primului factor a de pe riglă folosind indicele drept C_{10} al rigletei, atunci numărul cifrelor întregi ale produsului c este egal cu suma cifrelor întregi ale celor două numere, folosind formula* (2).

Exemple de calcul. 1°. $18\times4=72$; $N=n_a+n_b-1=2+1-1=2$. S-a folosit formula (1), pentru că rigleta este la dreapta şi se reperează numărul 18 cu indicele stîng C_1 al rigletei.

2°. $0{,}0016\times0{,}3=0{,}00048$; $N=n_a+n_b-1=-2+0-1=-3$ identic ca şi în primul exemplu.

3°. $0{,}4\times700=280$; $N=n_a+n_b=0+3=3$, s-a folosit formula (2) pentru că rigleta este la stînga şi se reperează numărul 0,4 al produsului cu indicele drept C_{10} al rigletei.

4°. $35{,}8\times0{,}075=2{,}685$; $N=n_a+n_b=2+(-1)=1$. În acest exemplu s-a reperat numărul 35,8 pe scara numerică D a riglei cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului. Apoi se deplasează rigleta spre stînga pînă ce indicele drept C_{10} ajunge în dreptul firului marcator $F=d$. Se deplasează cursorul pînă ce firul lui marcator $F=d$ repereaz̆ă numărul 75 de pe scara numerică C a rigletei. Rezultatul înmulţirii se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ care este egal cu numărul 2685. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine folosind formula (2) şi în acest caz rezultatul definitiv este egal cu numărul 2,685.

Dacă avem de înmulţit un factor constant a cu un alt factor variabil x, atunci se reperează numărul a

pe riglă se deplasează rigleta astfel încît indicele C_1 sau C_{10} să repereze acelaşi număr, apoi se deplasează cursorul cu firul marcator $F=d$ pînă ce reperează numărul variabil x de atîtea ori de cîte ori este necesar. Exemplu: produsul numărului 2 cu numerele 2, 3, 4, 5 etc. Pentru efectuarea acestor operaţii se deplasează rigleta pînă ce indicele C_1 reperează numărul 2 de pe scara numerică D a riglei, apoi se deplasează cursorul pînă ce firul lui marcator reperează numărul 2 de pe scara numerică C a rigletei şi se citeşte pe riglă rezultatul egal cu 4, apoi se deplasează cursorul în dreptul numărului 3 de pe rigletă etc.

Exemple de calcul la înmulţire. 1°. $0{,}38\times2{,}56=$ $=0{,}973$, $N=n_a+n_b-1=0+1-1=0$; 2°. $0{,}0036\times$ $\times0{,}24=0{,}000865$, $N=n_a+n_b-1=-2-0-1=-3$; 3°. $63{,}8\times15=957$, $N=n_a+n_b-1=2+2-1=3$; 4°. $86{,}5\times13{,}5=1168$; $N=n_a+n_b=2+2=4$; 5°. $0{,}0048\times$ $\times24{,}5=0{,}1175$; $N=n_a+n_b=-2+2=0$. 6°. $4\times1{,}5=$ $=6{,}4\times1{,}3=5{,}2$; $4\times1{,}9=7{,}6$; se reperează numărul 4 pe scara numerică D a riglei o singură dată, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele C_1 reperează numărul 4 de pe riglă.

Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator reperează succesiv numerele 1,5; 1,3; 1,9 şi se citeşte rezultatul pe scara numerică D.

2.3. Împărţirea a două numere

Pentru aflarea cîtului a două numere a şi b, adică $c=\dfrac{a}{b}$ se procedează după cum urmează: se reperează cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului numărătorul (deîmpărţitul) a pe scara numerică D a riglei (fig. 12), apoi se deplasează rigleta pînă ce numitorul (împărţitorul) b de pe scara numerică C se suprapune cu firul marcator, apoi se citeşte rezultatul c al împărţirii pe scara numerică D de pe riglă în dreptul indicelui stîng C_1 sau drept C_{10} al rigletei.

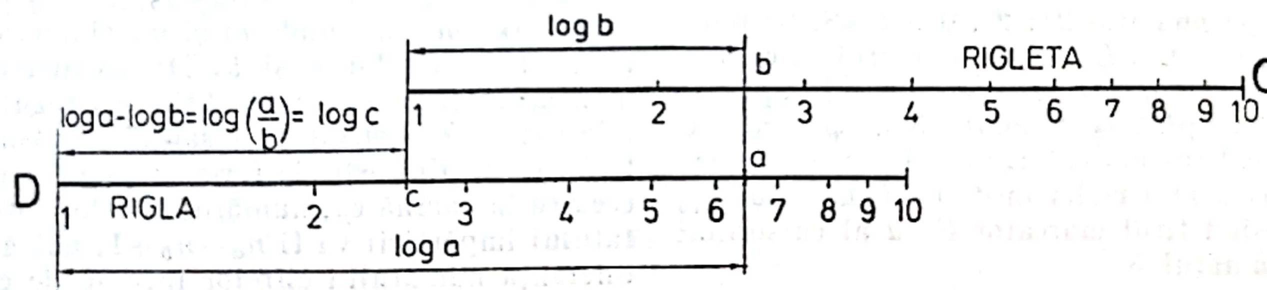


Fig. 12

Exemple de calcul. 1°. 72 : 3=24 (fig. 13). Se reperează numărul 72 pe scara numerică D a riglei cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului apoi se deplasează rigleta pînă ce numărul 3 de pe scara C se suprapune cu firul marcator. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_1 al rigletei folosind firul marcator F al cursorului şi se obţine numărul 24; 2°. 64 : 8=8. Se reperează pe scara numerică D a riglei numărul 64 cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce numărul 8 de pe scara C se suprapune cu firul marcator. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} al rigletei folosind firul marcator $F=d$ al cursorului şi se obţine numărul 8.

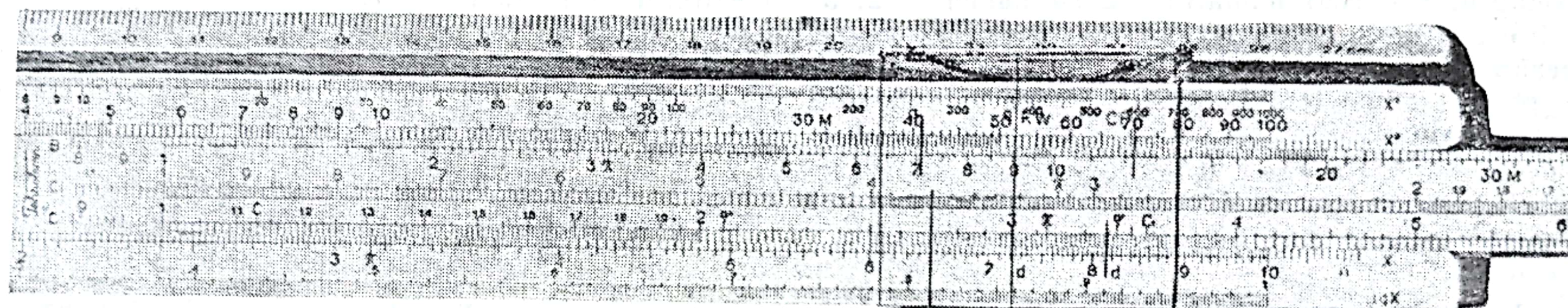


Fig. 13

În aceste două exemple, determinarea ordinului de mărime, adică poziţia virgulei împărţirii, s-a făcut destul de uşor, dar în calcule mai complicate, determinarea poziţiei virgulei zecimale sau a ordinului de mărime este mult mai anevoioasă. În cele ce urmează se vor determina formulele cu ajutorul cărora se va putea obţine mai uşor şi sigur numărul cifrelor întregi sau ordinul de mărime al rezultatului împărţirii a două numere a şi b.

Pentru determinarea formulelor mai sus enunţate se procedează în felul următor:

$\log c=\log a-\log b=n_a-1+m-n_b+1-m_1=$ $=n_a-n_b+m-m_1$, unde m şi m_1 sînt mantisele logaritmilor numerelor a şi b. Din scăderea celor două mantise m şi m_1 se poate obţine ca rezultat următoarele cazuri: $m-m_1=m_2<1$ sau $m-m_1=m_2-1$. Caracteristica cîtului este de forma n_a-n_b sau n_a-n_b+1, ceea ce înseamnă că, numărul cifrelor întregi al rezultatului împărţirii va fi n_a-n_b+1, adică este egal cu diferenţa numărului cifrelor întregi ale celor doi factori plus unitatea sau n_a-n_b adică este egal cu diferenţa numărului cifrelor întregi ale celor doi factori, după cum se citeşte rezultatul în dreptul indicelui stîng C_1 sau drept C_{10} al rigletei, cu alte cuvinte dacă rigleta se află la dreapta sau la stînga faţă de riglă.

Aceasta se datorește antilogaritmului care dă numărul cifrelor întregi ale rezultatului, adăugînd unitatea la caracteristica logaritmului respectiv, adică $n_a - n_b + 1$ sau $n_a - n_b - 1 + 1 = n_a - n_b$.

Formulele pentru determinarea ordinului de mărime al rezultatului împărțirii sînt următoarele:

(3) $$N = n_a - n_b + 1,$$

cînd rigleta este la dreapta și citirea rezultatului se face în dreptul indicelui stîng C_1 al rigletei;

(4) $$N = n_a - n_b$$

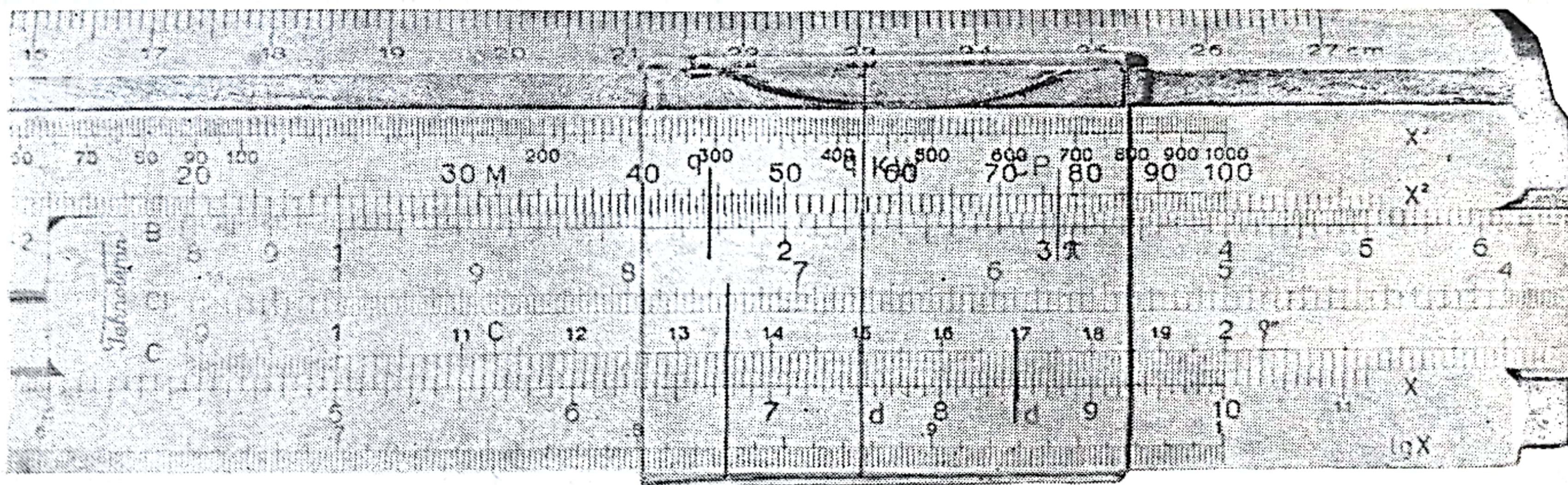


Fig. 14

cînd rigleta este la stînga și citirea rezultatului se face cu indicele drept C_{10} al rigletei.

R e g u l ă. *În cazul împărțirii a două numere a și b, ordinul de mărime sau poziția virgulei rezultatului, adică numărul cifrelor întregi se obține prin următoarea regulă: dacă cîtul c se citește pe riglă în dreptul indicelui stîng C_1 al rigletei, atunci numărul cifrelor întregi ale rezultatului este egal cu diferența numerelor cifrelor întregi ale celor doi factori mărit cu unitatea. Dacă cîtul se citește pe riglă în dreptul indicelui C_{10} al rigletei, atunci numărul cifrelor întregi al rezultatului c este egal cu diferența numărului cifrelor întregi ale celor doi factori.*

Exemple de calcul. 1°. $75 : 15 = 5$, $N = n_a - n_b + 1 = 2 - 2 + 1 = 1$. Se reperează numărul 75 cu firul marcator $F = d$ al cursorului, pe scara numerică D a riglei (fig. 14), apoi se deplasează rigleta pînă ce numărul 15 de pe scara numerică C a rigletei se supra-

pune cu firul marcator. Rezultatul, care se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui stîng C_1 al rigletei cu ajutorul firului marcator F, este egal cu 5. Pentru determinarea ordinului de mărime al rezultatului se foloseşte formula (3) pentru că rigla este la dreapta.

2°. 175 : 5,6=31,5; $N=n_a-n_b=3-1=2$. Se reperează numărul 175 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator F al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce numărul 5,6 de pe scara numerică C se suprapune cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} al rigletei cu ajutorul firului $F=d$ al cursorului şi se obţine numărul 315. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (4) pentru că rigleta este la stînga şi rezultatul definitiv al împărţirii este 31,5 (fig. 15).

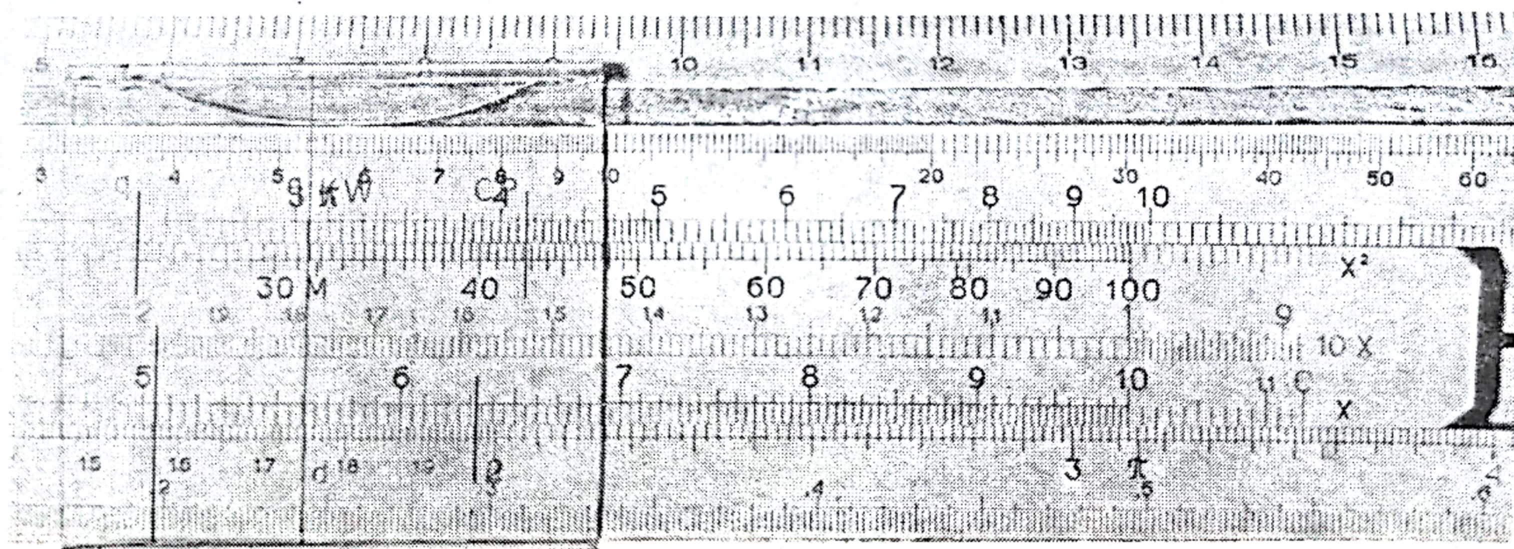


Fig. 15

Exemple de calcul. 1°. 66,5 : 25=2,66, $N=n_a-n_b+1=2-2+1=1$; 2°. 8,72 : 0,034 = 256,5, $N=n_a-n_b+1=1-\ -1)+1=3$; 3°. 0,056 : 0,00028 = 200, $N=\ _a-n_b+1=-1-(-3)+1=3$; 4°. 75 : 0,0025=30 000, $N=n_a-n_b+1=2-(-2)+1=5$; 5°. 63,49 : 8764=0,00724, $N=n_a-n_b=2-4=-2$; 6°. 0,00156 : 64=0,0000244, $N=n_a-n_b=-2-2=-4$; 7°. 356 : 758=0,471, $N=n_a-n_b=3-3=0$; 8°. 1070 : 35=30,6, $N=n_a-n_b=4-2=2$.

2.4. Inversul unui număr

Inversul unui număr a, adică $\frac{1}{a}$ se determină după două metode şi anume: a) prima metodă: se procedează la aflarea inversului unui număr, exact ca la împărţirea a două numere şi anume, se repereazā numărul a pe scara numerică C a rigletei cu ajutorul indicelui D_1 a riglei şi apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} al rigletei cu ajutorul firului marcator al cursorului (fig. 16).

La acelaşi rezultat se ajunge dacă se repereazā numărul a cu ajutorul indicelui C_{10} al rigletei pe scara numerică D a riglei, apoi se citeşte pe scara numerică numărului a este mare. Ordinul de mărime se obţine cu ajutorul formulei (5):

$$N=1-n_a, \quad (5)$$

pentru ambele procedee.

Exemple de calcul. 1°. $\frac{1}{25}=0{,}04$, $N=1-n_a=1-2=-1$. Se repereazā numărul 25 pe scara numerică C a rigletei cu indicele D_1 al riglei apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} al rigletei şi se obţine numărul 4. Pentru determinarea ordinului de mărime se foloseşte formula (5) şi se obţine numărul 0,04.

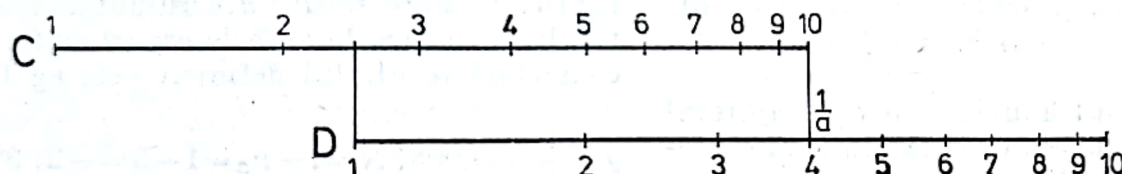


Fig. 16

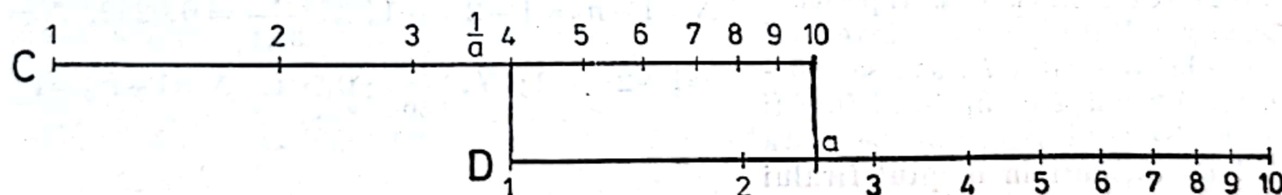


Fig. 17

C a riglei rezultatul în dreptul indicelui D_1 al riglei, folosind firul marcator $F=d$ al cursorului (fig. 17).

Primul procedeu se foloseşte, cînd prima cifră semnificativă a numărului a este mică; al doilea procedeu se foloseşte cînd prima cifră semnificativă a

2°. $\frac{1}{800}=0{,}00125$, $N=1-n_a=1-3=2$. Se repereazā numărul 800 pe scara numerică D a riglei cu indicele C_{10} al rigletei, apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică C a rigletei în dreptul indicelui D_1 al riglei

şi se obţine numărul 125. Ordinul de mărime se determină cu formula (5) şi se obţine numărul definitiv al operaţiei egal cu 0,00125.

3°. $\frac{1}{0,025}=4$, $N=1-n_a=1-(-1)=2$. 4°. $\frac{1}{750}=$ $=0,00133$, $N=1-n_a=1-3=-2$; 5°. $\frac{1}{35}=0,0286$, $N=1-n_a=1-2=-1$. Metoda de mai sus este folosită numai în cazul cînd rigla de calcul nu are scară inversă.

b) *A doua metodă.* Această a doua metodă pentru determinarea inversului unui număr a adică $\frac{1}{a}$ este folosită în general cînd rigla de calcul are scara inversă I situată pe rigletă. Această metodă este mai simplă pentru că se deplasează numai cursorul cu firul lui marcator F.

Pentru a afla inversul unui număr a cu ajutorul scării inverse, se aşează rigleta cu diviziunile ei suprapuse cu cele ale riglei (la odihnă). Se reperează numărul a cu ajutorul firului marcator al cursorului pe scara numerică D şi se citeşte rezultatul pe scara inversă I a rigletei în dreptul firului marcator F, sau se reperează numărul a pe scara inversă I cu ajutorul firului marcator F al cursorului şi apoi se citeşte pe scara numerică D rezultatul operaţiunii în dreptul firului marcator F, (fig. 18).

Ordinul de mărime al rezultatului se obţine în ambele cazuri cu formula (5).

Exemple de calcul. 1°. $\frac{1}{80}=0,0125$, $N=1-n_a=$ $=1-2=-1$. Se reperează numărul 80 pe scara numerică D a riglei cu ajutorul firului marcator F al cursorului şi se citeşte rezultatul pe scara inversă I a rigletei în dreptul firului marcator F şi se obţine numărul 125, fig. 18, sau se reperează numărul 80 pe scara inversă I

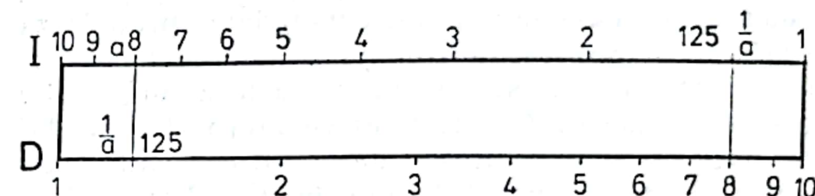


Fig. 18

a rigletei cu ajutorul firului marcator $F=d$ şi se obţine pe scara numerică D a riglei acelaşi număr 125 în dreptul firului marcator $F=d$. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine în ambele cazuri cu formula (5) şi în consecinţă rezultatul definitiv este egal cu 0,0125.

2°. $\frac{1}{125}=0,008$, $N=1-n_a=1-3=-2$; 3°. $\frac{1}{45}=0,0222$, $N=1-n_a=1-2=-1$; 4°. $\frac{1}{38,4}=0,0262$, $N=1-n_a=$ $=1-2=-1$; 5°. $\frac{1}{250}=0,004$, $N=1-n_a=1-3=-2$.

2.5. Efectuarea înmulţirii şi împărţirii numerelor pe scara pătratelor A şi B

a) *Înmulţirea.* La înmulţirea a două numere a şi b pe scara pătratelor se deosebesc două cazuri şi anume:

cînd primul număr se reperează pe subscara A_s sau pe subscara A_d a riglei.

Cazul I, este cînd deînmulţitul a se reperează pe subscara pătratelor din stînga A_s a riglei cu ajutorul indicelui B_1 al rigletei deplasînd-o spre dreapta. Numărul înmulţitor b se reperează pe scara B cu firul marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul înmulţirii se citeşte pe scara pătratelor A în dreptul firului marcator F al cursorului. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine după cum citirea lui se face pe subscara A_s sau A_d.

Exemplu de calcul. $17\times5=85$, $N=n_a+n_b-1=$ $=2+1-1=2$ (fig. 19).

În cazul cînd rezultatul înmulţirii c se citeşte pe subscara A_d, atunci ordinul de mărime se obţine cu formula (2).

Exemplu de calcul. $65\times0{,}48=31{,}2$, $N=n_a+n_b=$ $=2+0=2$ (fig. 20).

Cazul II este cînd se reperează numărul a pe subscara din dreapta A_d a riglei, apoi se reperează acest număr a cu indicele drept B_{100} de pe scara rigletei B. În continuare, se reperează numărul b pe scara B a rigletei cu firul marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul c al înmulţirii se citeşte pe scara pătratelor A a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ al cursorului.

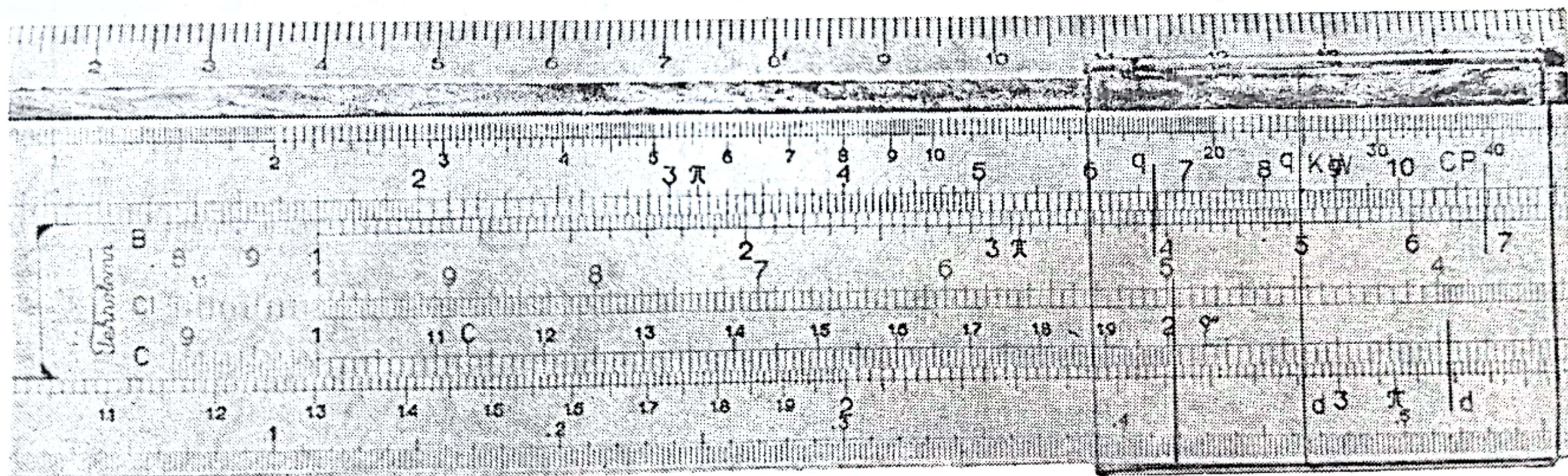


Fig. 19

În cazul cînd rezultatul înmulţirii c se citeşte pe subscara A_s, atunci ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (1).

Ordinul de mărime al rezultatului se stabileşte identic ca în cazurile precedente.

Exemple de calcul: 1°. $0{,}0014 \times 3{,}5 = 0{,}0049$, $N = n_a + n_b - 1 = -2 + 1 - 1 = -2$, s-a citit pe subscara A_s (fig. 21), folosindu-se formula (1).

2°. $0{,}0025 \times 5{,}6 = 0{,}014$, $N = n_a + n_b = -2 + 1 = -1$, s-a citit pe subscara A_d (fig. 22) folosindu-se formula (2).

b) *Împărţirea*. Împărţirea a două numere a şi b se efectuează pe scara pătratelor A şi B a riglei de calcul. În acest caz există două posibilităţi:

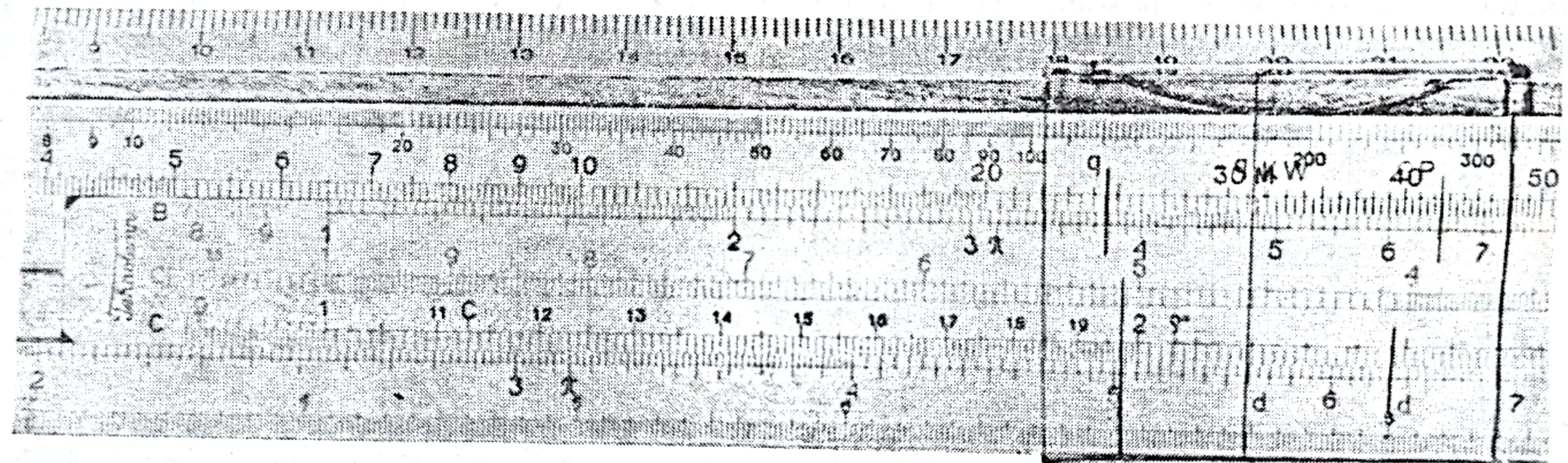


Fig. 20

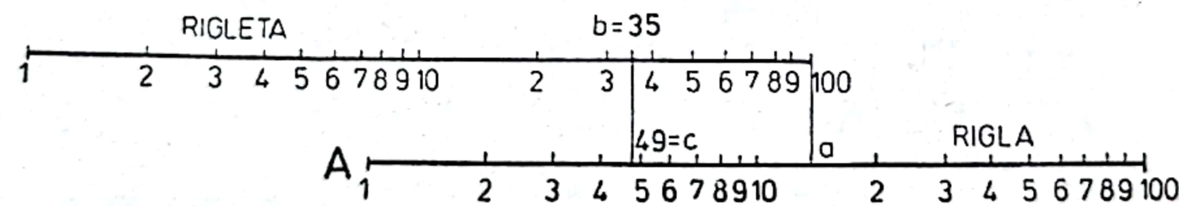


Fig. 21

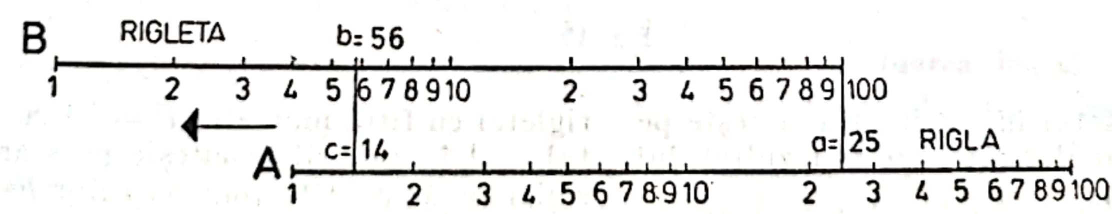


Fig. 22

Cazul I, cînd se reperează deîmpărțitul a pe subscara A_s cu firul marcator al cursorului, apoi se aduce împărțitorul b de pe scara pătratelor B în dreptul numărului a. Rezultatul împărțirii se citește pe subscara A_s sau A_d în dreptul indicelui B_1 sau B_{100} rămas în interiorul riglei. Ordinul de mărime al rezultatului se obține prin formula (3) cînd rigleta a fost deplasată spre dreapta, adică s-a citit în dreptul indicelui B_1 al rigletei pe subscara A_s a riglei (fig. 23).

Exemplu de calcul. $580 : 2{,}6 = 223$, $N = n_a - n_b + 1 = 3 - 1 + 1 = 3$, fig. 23, s-a citit pe subscara A_s.

Cazul II. Dacă rigleta se deplasează spre stînga și citirea rezultatului se face pe subscara A_d a riglei în dreptul indicelui B_{100} al rigletei atunci ordinul de mărime al rezultatului se obține cu formula (4).

Exemple de calcul. $0{,}4 : 0{,}0065 = 6{,}15$, $N = n_a + n_b = 0 - (-2) = 2$ (fig. 24), s-a citit pe subscara A_d.

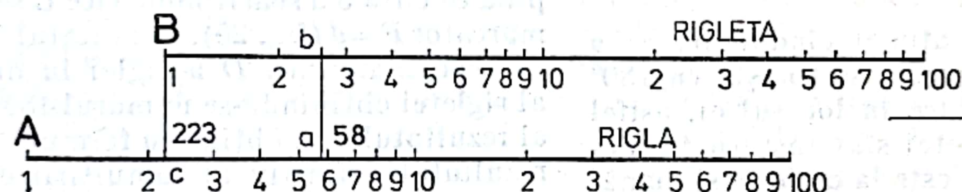


Fig. 23

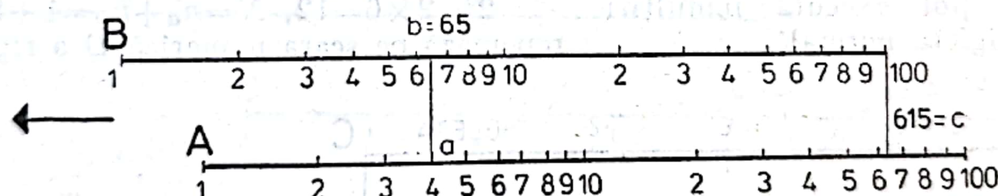


Fig. 24

Observații. În general, operațiile de înmulțire și împărțire nu se execută pe scările pătratelor A și B deoarece precizia este mică și în consecință se recomandă ca executarea acestor operații să fie făcute pe scările D și C unde rezultatele sînt mai precise și cu mai multe cifre. Se pot totuși efectua aceste operații și pe scările A și B, numai în cazul cînd deînmulțitul sau deîmpărțitul se află pe scara pătratelor în urma unor operații anterioare, ca de exemplu: ridicarea la pătrat, calculul ariei unui cerc etc.

Exemple de calcul. 1°. $6{,}53 \times 5{,}6 = 36{,}5$, $N = n_a + n_b = 1 + 1 = 2$; **2°.** $1{,}5 \times 3{,}8 = 5{,}7$, $N = n_a + n_b - 1 = 1 + 1 - 1 = 1$; **3°.** $7{,}2 \times 6{,}45 = 46{,}4$, $N = n_a + n_b = 1 + 1 = 2$; **4°.** $4{,}4 \times 2{,}25 = 9{,}8$, $N = n_a + n_b - 1 = 1 + 1 - 1 = 1$; **5°.** $5{,}23 : 45{,}8 = 0{,}1142$, $N = n_a - n_b + 1 = 1 - 2 + 1 = 0$; **6°.** $0{,}85 : 2{,}5 = 0{,}034$, $N = n_a - n_b + 1 = -1 - 1 + 1 = -1$; **7°.** $0{,}074 : 0{,}009025 = 8{,}2$, $N = n_a - n_b = -1 - (-2) = 1$; **8°.** $754 : 0{,}36 = 2094$, $N = n_a - n_b + 1 = 3 - 0 + 1 = 4$; **9°.** $0{,}654 : 13{,}7 = 0{,}01497$, $N = n_a - n_b + 1 = 0 - 2 + 1 = -1$; **10°.** $356 : 0{,}054 = 6590$, $N = n_a - n_b = 3 - (-1) = 4$; **11°.** $7{,}56 : 98{,}7 = 0{,}0766$,

$N=n_a-n_b=1-2=-1$; 12°. $2794:48=58{,}2$, $N=n_a-n_b=4-2=2$; 13°. $75:0{,}0015=50000$, $N=n_a-n_b+1=2-(-2)+1=5$; 14°. $\frac{1}{45}=0{,}0222$, $N=1-n_a=1-2=-1$; 15°. $\frac{1}{135}=0{,}0074$, $N=1-n_a=1-3=-2$; 16°. $\frac{1}{250}=0{,}004$, $N=1-n_a=1-3=-2$.

2.6. Înmulţirea şi împărţirea numerelor cu rigleta răsturnată

Rigleta este răsturnată, atunci cînd după ce a fost scoasă din locaşul ei din riglă se roteşte cu 180° în planul său. Apoi se introduce în locaşul ei, astfel încît cifrele de pe scările rigletei sînt răsturnate faţă de cele ale riglei, adică cifra 1 este la dreapta şi numărul 10 este la stînga şi răsturnate.

Cu rigla răsturnată se pot executa înmulţiri după regula înmulţirii cu rigleta normală.

Înmulţirea. Pentru a executa înmulţirea a două numere cu rigleta răsturnată, se reperează primul factor al produsului pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$, apoi se deplasează rigleta răsturnată pînă ce al doilea factor al produsului se suprapune cu firul marcator F al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_1 sau C_{10} de pe rigletă. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formulele (1) sau (2), după cum rezultatul se citeşte în dreptul indicelui C_1 sau C_{10} al rigletei.

Exemple de calcul. 1°. $16\times3=48$, $N=n_a+n_b-1=2+1-1=2$. Se reperează numărul 16 pe scara numerică D a riglei cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta răsturnată pînă ce cifra 3 a scării numerice C se suprapune cu firul marcator $F=d$ (fig. 25). Rezultatul înmulţirii se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_1 al rigletei obţinîndu-se numărul 48. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (1) şi în consecinţă rezultatul definitiv al înmulţirii este 48.

2°. $2\times6=12$, $N=n_a+n_b=1+1=2$ (fig. 26). Se reperează pe scara numerică D a riglei numărul 2 cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta răsturnată pînă cînd cifra 6 de pe scara C a rigletei se suprapune cu firul marcator $F=d$.

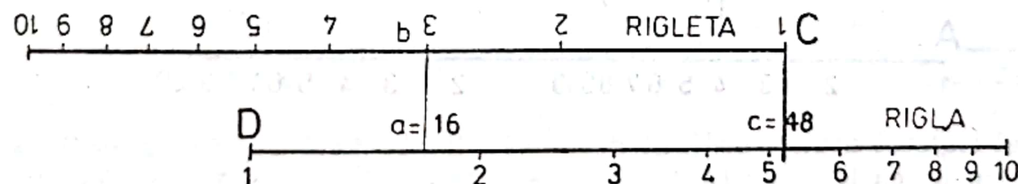


Fig. 25

Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} al rigletei şi care este egal cu 12. Ordinul de mărime se obţine cu formula (2) şi rezultatul definitiv este 12.

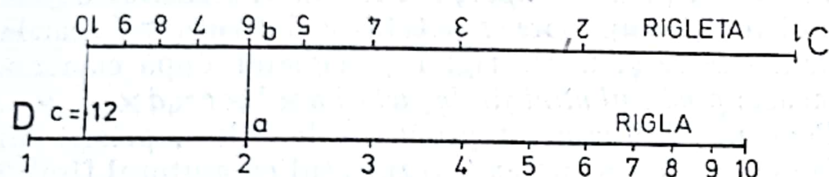


Fig. 26

Împărţirea. Împărţirea a două numere cu rigleta răsturnată se execută în modul următor: se reperează deîmpărţitul pe scara numerică D a riglei cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta răsturnată pînă ce indicele stîng C_1 sau cel drept C_{10} se suprapune cu firul marcator $F=d$. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator $F=d$ reperează pe rigletă împărţitorul. Cîtul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$. Numărul cifrelor întregi ale rezultatului se obţine cu formula (3) sau (4) după cum cîtul este situat la dreapta sau la stînga deîmpărţitului, folosind indicele stîng C_1 sau cel drept C_{10} al rigletei.

Exemple de calcul. **1°.** $48:4=12$, $N=n_a-n_b+1=2+1+1=2$ (fig. 27). În acest exemplu se reperează deîmpărţitul 48 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta răsturnată pînă ce indicele C_1 reperează cifra 4 de pe scara numerică C a rigletei. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator $F=d$ reperează cifra 4. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ şi care este egal cu 12. Ordinul de mărime al cîtului se determină cu formula (3) pentru că citirea se face la stînga lui 48 şi în consecinţă rezultatul definitiv al împărţirii este egal cu 12; **2°.** $42:7=6$, $N=n_a-n_b=2-1=1$ (fig. 28). Se reperează

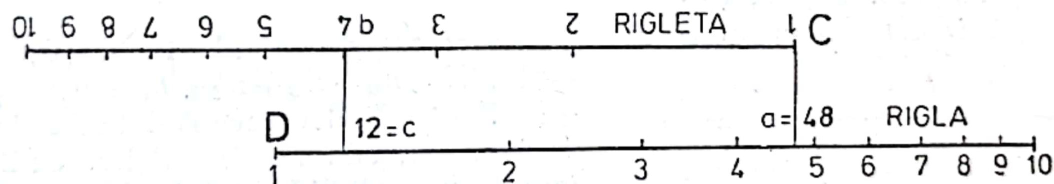


Fig. 27

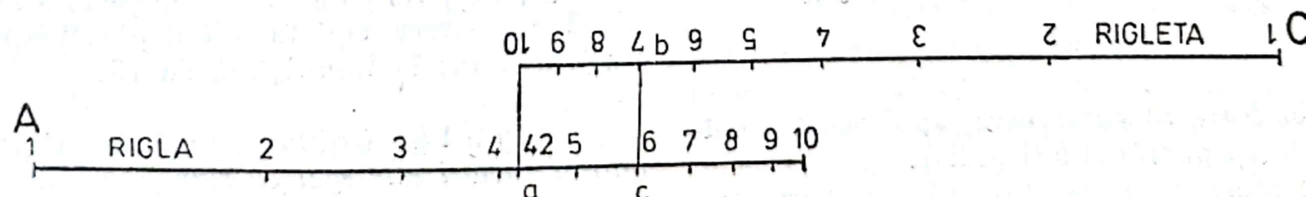


Fig. 28

deîmpărţitul 42 pe scara numerică D a riglei cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta răsturnată pînă ce indicele C_{10} se suprapune cu firul marcator $F=d$. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator $F=d$ repereazā împărţitorul 7 pe rigletă. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ şi care este egal cu 6. Numărul cifrelor întregi al cîtului se determină cu formula (4) pentru că citirea se face la dreapta numărului 42 iar rezultatul definitiv este 6.

2.7. Operaţii combinate. Aflarea celui de al patrulea termen al unei proporţii

Pentru a afla al patrulea termen al unei proporţii $x=\frac{a\times b}{c}$ se procedează în felul următor: se efectuează în primul rînd împărţirea numerelor a şi c, care se marchează pe scara numerică D a riglei cu ajutorul

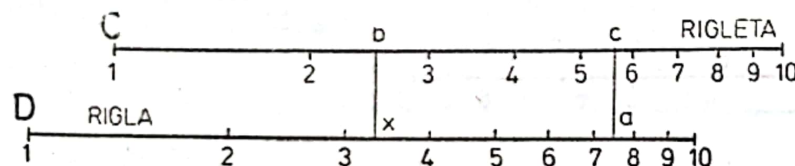


Fig. 29

firului marcator $F=d$ al cursorului, apoi acest rezultat se înmulţeşte cu numărul b (fig. 29).

Ordinul de mărime al rezultatului se obţine combinînd formulele pentru împărţire şi înmulţire.

Exemplu de calcul. $x=\frac{7{,}5\times 25}{5{,}6}=33{,}6$, $N=n_a-n_c+1=1-1+1=1$, $N=n_a+n_b-1=1+2-1=2$.

Înmulţirea şi împărţirea repetată. Calculul de înmulţire şi împărţire repetată se execută pe scările numerice D şi C ale riglei şi rigletei după cum urmează: *produsul unui şir de factori* $a\times b\times c\times d\times \ldots \times k$. Pentru a efectua acest produs se înmulţesc primii doi factori $a\times b$ şi se notează rezultatul cu ajutorul firului marcator F al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele ei din stînga C_1 sau din dreapta C_{10} se suprapune cu rezultatul primei înmulţiri, apoi se face operaţia $(a\times b)\times c$ şi aşa mai departe. Ordinul de mărime al rezultatului înmulţirii se obţine prin formula (6):

$$N=n_a+n_b+n_c+\ \ldots\ +n_k-n_1 \tag{6}$$

unde n_1 este numărul poziţiilor rigletei deplasate spre dreapta riglei.

Exemple de calcul. 1°. $4\times 0{,}8\times 2\times 50\times 0{,}015=4{,}8$, $N=n_a+n_b+n_c+n_d+n_e-n_1=1+0+1+2+(-1)-2=1$, deoarece rigleta s-a deplasat la dreapta de două ori, odată la înmulţirea cu 2 şi a doua oară la înmulţirea cu 0,015; 2°. $3{,}2\times 0{,}06\times 15\times 0{,}005=0{,}0144$, $N=n_a+n_b+n_c+n_d-n_1=1+(-1)+2+(-2)-1=-1$, deoarece rigleta s-a deplasat spre dreapta o singură dată, la înmulţirea cu 15.

Regulă. *Ordinul de mărime al produsului mai multor factori este egal cu suma ordinelor de mărime a factorilor mai puţin numărul de deplasări ale rigletei spre dreapta riglei.*

Împărțirea repetată sau repetarea ambelor operații de înmulțire și împărțire combinate, se face cu ajutorul deplasării cursorului și rigletei. În cazul operațiilor combinate de înmulțire și împărțire se va lua un factor de la numărător și unul de la numitor, cît timp aceasta este posibil și atunci operațiunea se scrie sub forma

$$\frac{a\times b\times c\times d\times e}{f\times g\times h\times i}=\cfrac{\cfrac{\cfrac{\cfrac{a}{f}\times b}{g}\times c}{h}\times d}{i}\times e \text{ etc.}$$

Pentru determinarea ordinului de mărime al rezultatului se va folosi formula (7):

(7) $$N=(n_a+n_b+n_c+n_d+n_e+\ \dots)-(n_f+n_g+n_h+n_i+\ \dots)-n_1+n_2$$

unde n_1 și n_2 sînt pozițiile rigletei în timpul operațiilor situate la dreapta față de riglă, n_1 pentru înmulțire și n_2 pentru împărțire.

Regulă. *Ordinul de mărime al rezultatului operațiilor combinate este egal cu diferența dintre suma ordinului de mărime a factorilor de la numărător și suma ordinului de mărime a factorilor de la numitor micșorată cu de atîtea ori unitatea de cîte ori rigleta s-a deplasat spre dreapta în timpul înmulțirii și mărită cu de atîtea ori unitatea, de cîte ori rigleta s-a deplasat spre dreapta în timpul împărțirii.*

Exemple de calcul. 1°. $\frac{0,3\times 0,0115\times 42}{6,9\times 14\times 85}=0,0000176$, $N=(n_a+n_b+n_c)-(n_d+n_e+n_h)-n_1+n_2=0+(-1)+2-(1+2+2)-1+1=-4$, unde $n_1=1$ deoarece la înmulțirea cu 0,0115 rigleta este la dreapta și $n_2=1$ pentru că la împărțirea cu 14 rigleta este situată tot la dreapta față de riglă. 2°. $\frac{31}{15,5\times 32\times 2,5}=0,025$, $N=n_a-(n_b+n_c+n_d)-n_1+n_2=2-(2+2+1)+2=-1$ $n_1=0$, $n_2=2$ pentru că rigleta este la dreapta la împărțirea cu 15,5 și cu 2,5.

Aplicarea acestei reguli, în practică, este foarte simplă, numai că trebuie observat să nu se facă greșeala ca, scriind ca în exemplul 2° să se creadă că unitatea ar da o cifră în suma cifrelor factorilor, deoarece se știe că unitatea nu înmulțește nici nu împarte, prin urmare nu se schimbă întru nimic rezultatul.

2.8. Ridicarea la pătrat a unui număr oarecare

Ridicarea la pătrat a unui număr oarecare a se efectuează folosind scara numerică D și scara pătratelor A de pe riglă. Aceste scări stau în raport de 2 : 1, adică o diviziune de pe scara A este de două ori mai mică decît aceeași diviziune de pe scara D. Din relația $b=a^2$ se obține prin aplicarea logaritmilor, $\log b=2\log a=\log a^2$ (fig. 30), sau cu alte cuvinte b este pătratul numărului a. Pentru a calcula numărul b se reperează numărul a pe scara numerică D a riglei apoi se deplasează cursorul pînă ce firul lui marcator $F=d$ se suprapune cu numărul a. Se citește rezultatul ridicării la pătrat pe scara pătratelor A de pe riglă.

Pentru determinarea ordinului de mărime al rezultatului sau poziția virgulei zecimale se vor folosi formulele (8) și (9):

(8) $$N=2\,n_a-1$$

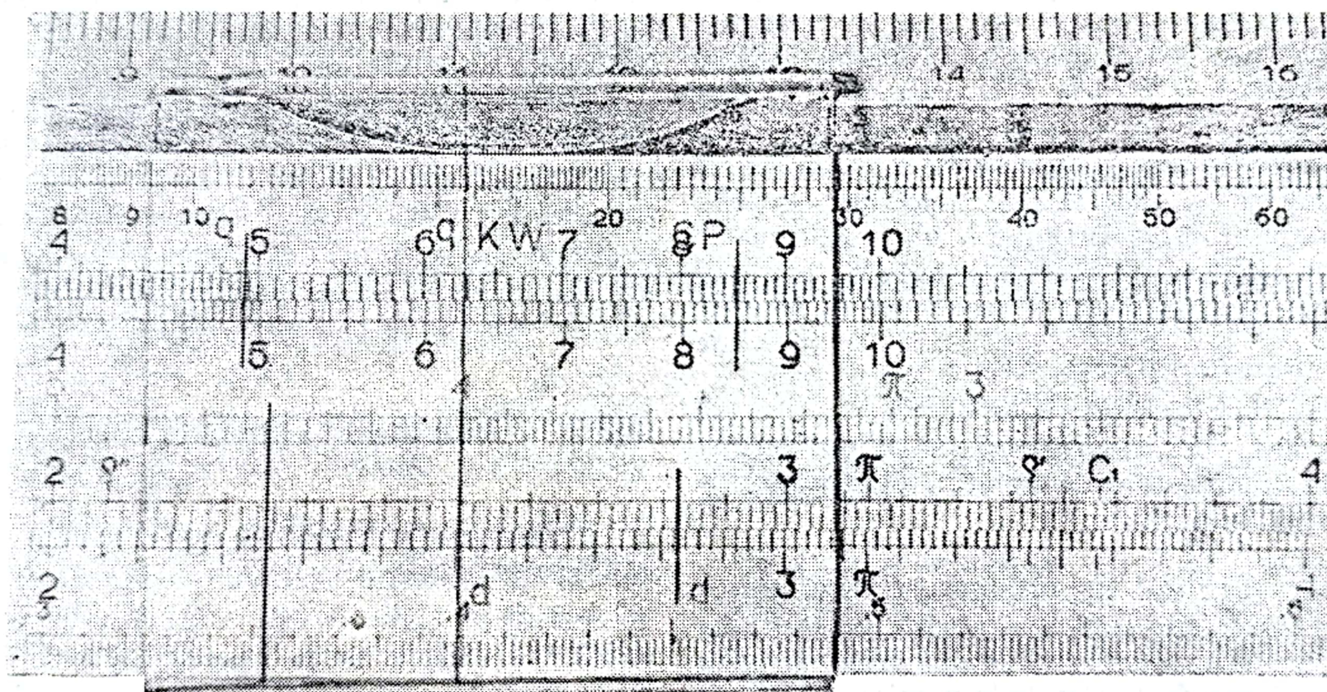


Fig. 30

cînd se citește rezultatul pe subscara A_s din stînga scării pătratelor A;

(9) $$N=2\,n_a$$

cînd se citește rezultatul pe subscara dreaptă A_d a scării pătratelor A.

Demonstrație. Pentru a determina formulele (8) și (9) se face următoarea demonstrație bazată pe proprietatea a treia a logaritmilor:

$$b=a^2,\ \log b=2\log a=2\,(n_a-1+m),$$

unde m este mantisa lui $\log a$, iar n_a este numărul cifrelor întregi ale numărului a. În aceste calcule se prezintă două cazuri:

Cazul I, $m<0{,}5$ deci caracteristica numărului b va fi $K=2\,ka$ și rezultatul se va citi în acest caz pe subscara A_s. Dar $K=N-1$ și $k_a=n_a-1$, rezultă

$N-1=2(n_a-1)$ sau $N=2n_a-2+1=2n_a-1$ adică formula (8).

Cazul II, $m \geqslant 0{,}5$ şi $K=2k_a+1$ sau $N-1=$ $=2(n_a-1)+1$; $N=2n_a-2+1+1=2n_a$ adică formula (9) şi rezultatul se citeşte pe subscara A_d.

Exemple de calcul. 1°. $25^2=625$, $N=2n_a-1=$ $=2\times2-1=3$. Se repereazǎ numǎrul 25 pe scara numericǎ D a riglei cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul se citeşte pe subscara pǎtratelor A_s a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ şi se obţine numǎrul 625. Ordinul de mǎrime al rezultatului se obţine cu formula (8), pentru cǎ citirea s-a fǎcut pe subscara stîngǎ A_s şi rezultatul definitiv este 625 (fig. 31).

2°. $75^2=5625$, $N=2n_a=2\times2=4$. Se repereazǎ numǎrul 75 pe scara numericǎ D a riglei cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul se citeşte pe subscara A_d în dreptul firului marcator F şi se obţine numǎrul 5625. Ordinul de mǎrime al rezultatului se obţine cu formula (9), deoarece citirea s-a fǎcut pe subscara A_d şi rezultatul definitiv este egal cu numǎrul 5625.

3°. $12{,}6^2=158{,}75$, $N=2n_a-1=2\times2-1=3$;
4°. $2{,}75^2=7{,}5625$, $N=2n_a-1=2\times1-1=1$;
5°. $5{,}6^2=31{,}36$, $N=2n_a=2\times1=2$;
6°. $0{,}064^2=0{,}004096$, $N=2n_a=2(-1)=-2$.

Pentru determinarea ordinului de mǎrime al rezultatului ridicǎrii la pǎtrat a unui numǎr oarecare a se indicǎ urmǎtoarea regulǎ:

Regulǎ. Dacǎ n_a este ordinul de mǎrime al numǎrului a, pǎtratul acestuia b va avea $2n_a-1$ cifre întregi dacǎ citirea rezultatului se face pe subscara stîngǎ a pǎtratelor A_s şi va avea $2n_a$ cifre întregi dacǎ rezultatul se citeşte pe subscara pǎtratelor din dreapta A_d.

2.9. Extragerea rǎdǎcinii pǎtrate dintr-un numǎr

Pentru extragerea rǎdǎcinii pǎtrate (de ordinul doi) a unui numǎr b, se face operaţia inversǎ celei pentru ridicarea la pǎtrat a numǎrului a, adicǎ $a=\sqrt{b}$ (fig. 31).

Pentru a afla valoarea numǎrului a care este rǎdǎcina pǎtratǎ a numǎrului b, se reprezintǎ numǎrul b de sub radical pe scara pǎtratelor A a riglei cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numericǎ D a riglei în dreptul firului marcator şi se obţine numǎrul a.

În toate operaţiile pînǎ la ridicarea la pǎtrat s-a simţit necesitatea numai sǎ se urmǎreascǎ regulile pentru determinarea ordinului de mǎrime al rezultatului. La extragerea rǎdǎcinii pǎtrate este necesar în primul rînd sǎ se ştie pe care din cele douǎ subscǎri pǎtratice ale riglei trebuie sǎ se repereze numǎrul b de sub radical, pentru ca în dreptul lui sǎ se citeascǎ pe scara numericǎ D a riglei rezultatul operaţiei extragerii rǎdǎcinii pǎtrate.

Pentru a ști pe care din cele două subscări pătratice ale riglei se va repera numărul b de sub radical, se vor folosi formule (8) și (9) dela determinarea ordinului de mărime la ridicarea la pătrat.

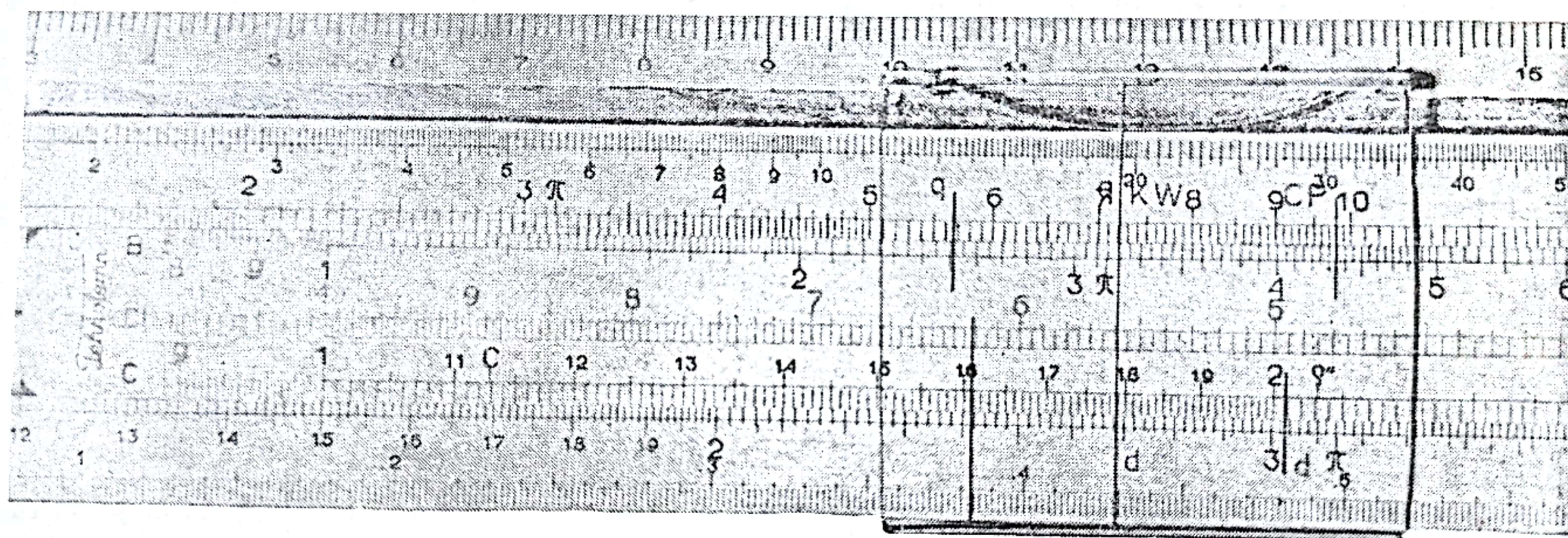


Fig. 31

Din relația (8) se scoate valoarea lui $n_a = \frac{N+1}{2}$ unde n_a este ordinul de mărime al numărului a al rezultatului, iar N este ordinul de mărime al numărului b de sub radical. Din relația (9) se scoate valoarea lui $n_a = \frac{N}{2}$. Aceste două relații dau ordinul de mărime al rezultatului rădăcinii pătrate din numărul b. Formulele de calcul dintr-un număr oarecare b vor fi date de relațiile (10) și (11):

(10) $$n_a = \frac{N+1}{2}$$

cînd se repereazà numărul b pe subscara pătratelor A_s;

(11) $$n_a = \frac{N}{2}$$

cînd se repereazà numărul b pe subscara pătratelor A_d.

Din relația (10) se observă că numărul N trebuie să fie impar astfel încît adunat cu unitatea să se împartă exact la doi, iar din formula (11) se observă că

N trebuie să fie par, ca împărţirea la doi să fie exactă. Din formulele (10) şi (11) se deduce următoarea regulă:

R e g u l ă. *Se va repera numărul b de sub radical pe prima subscară din stînga A_s a scării pătratelor A de pe riglă, cînd numărul cifrelor întregi al acestui număr este impar, iar ordinul de mărime se va determina cu formula (10). Se va repera numărul b pe a doua subscară din dreapta A_d de pe scara pătratelor A a riglei, cînd numărul cifrelor întregi ale acestui număr este par şi ordinul de mărime al rezultatului se va obţine cu formula (11).*

Dacă numărul b de sub radical este subunitar, atunci el va fi reperat pe subscara A_s cînd după virgulă este un număr impar de zerouri şi pe subscara A_d cînd după virgulă nu este nici un zero sau un număr par de zerouri.

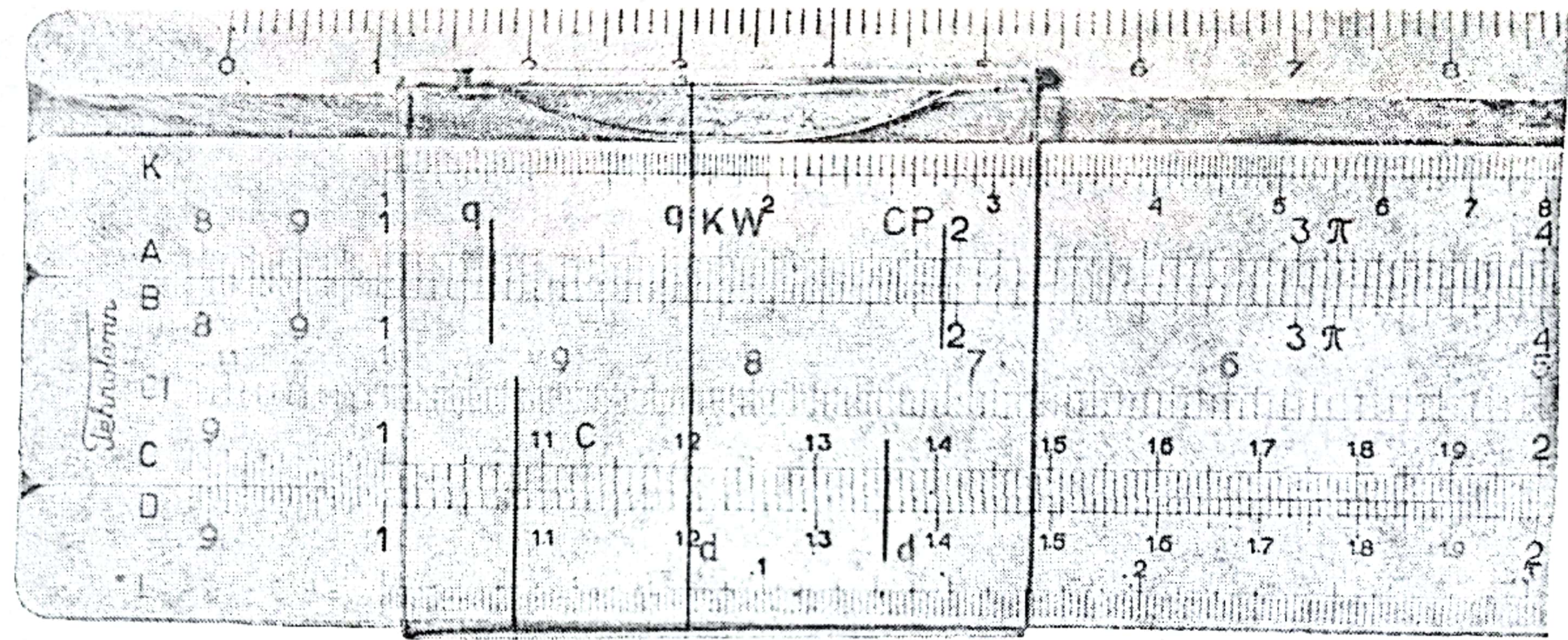
Pentru a explica această regulă se împarte numărul dat b de sub radical în grupe de cîte două cifre, începînd de la virgulă la stînga şi la dreapta. Ultima grupă din stînga virgulei poate fi de o singură cifră, atunci numărul b va fi reperat pe subscara A_s, iar dacă este din două cifre atunci el se va repera pe subscara A_d. Dacă prima grupă de cifre din dreapta virgulei este formată din cifre semnificative sau dintr-un număr par de zerouri, atunci numărul b se repereazā pe subscara A_d, iar dacă este formată de un zero sau un număr impar de zerouri, atunci numărul b se reperează pe subscara A_s.

Exemple de calcul. 1°. $\sqrt{169}=13$, $n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{3+1}{2}=2$. Se reperează numărul 169 pe subscara patratelor A_s pentru că are un număr impar de cifre întregi, cu ajutorul firului marcator F al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei care este egal cu numărul 13. Ordinul de mărime se obţine cu formula (10) şi în consecinţă rezultatul definitiv este egal cu 13, (fig. 32, *a*).

2°. $\sqrt{64}=8$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{2}{2}=1$. Se reperează 64 pe sub scara patratelor A_d, pentru că numărul cifrelor întregi este par, cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ şi care este egal cu 8. Ordinul de mărime se obţine cu formula (11) şi rezultatul definitiv este egal cu 8 (fig. 32, *b*).

3°. $\sqrt{4}=2$, $n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{1+1}{2}=1$; 4°. $\sqrt{40}=6{,}325$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{2}{2}=1$; 5°. $\sqrt{361}=19$, $n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{3+1}{2}=2$;

6°. $\sqrt{5625}=75$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{4}{2}=2$; 7°. $\sqrt{0{,}000342}=0{,}0185$, $n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{-3+1}{2}=-1$; 8°. $\sqrt{0{,}0064}=0{,}88$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{-2}{2}=-1$; 9°. $\sqrt{1935}=43{,}9$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{4}{2}=2$;



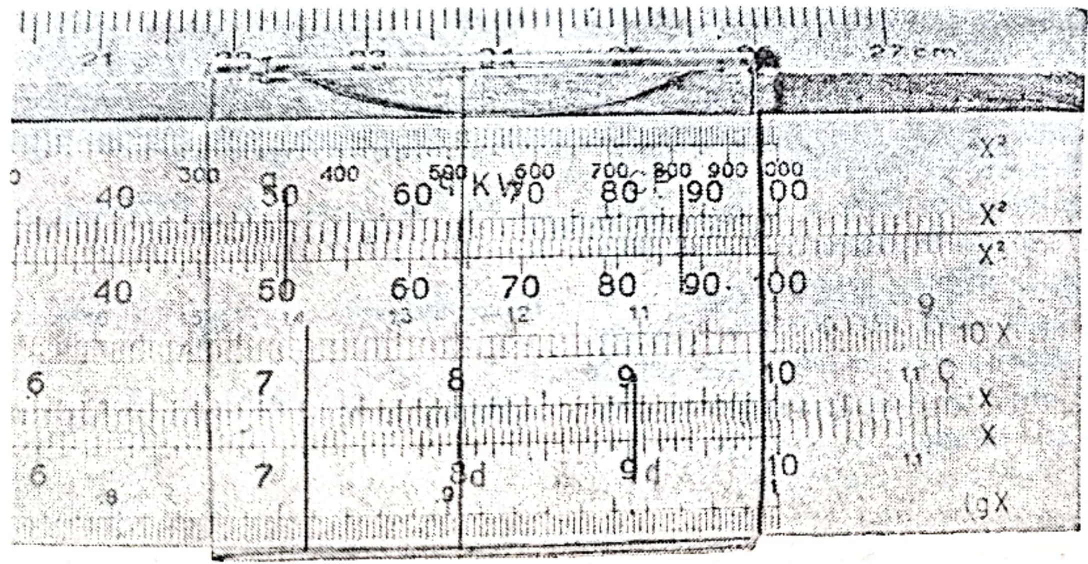


Fig. 32 a, b

$10°.\ \sqrt{0{,}00378}=0{,}615,\ n_a=\frac{N}{2}=\frac{-2}{2}=-1;\ 11°.\ \sqrt{623}=$
$=24{,}96,\ n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{3+1}{2}=2;\ \ 12°.\ \sqrt{5{,}76}=2{,}4,\ n_a=$
$$=\frac{N+1}{2}=\frac{1+1}{2}=1.$$

2.10. Calculul inversului rădăcinii pătrate dintr-un număr oarecare b

Pentru a calcula inversul rădăcinii pătrate dintr-un număr oarecare b, se reperează numărul b cu ajutorul firului marcator F al cursorului pe scara pătratelor B a rigletei şi apoi se citeşte rezultatul pe scara inversă I a rigletei în dreptul firului marcator F (fig. 33).

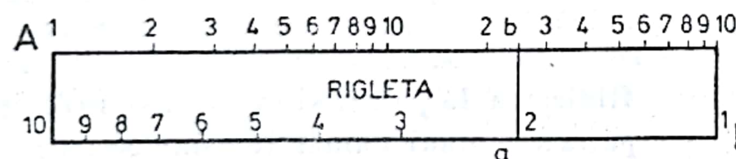


Fig. 33

Numărul b se reperează după aceleaşi reguli ca în cazul extragerii rădăcinii pătrate, adică dacă el are un număr impar de cifre întregi se reperează pe subscara B_s şi dacă numărul cifrelor este par, atunci el se reperează pe subscara B_d a riglei. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formulele (12) şi (13):

$$n_a=\frac{1-N}{2} \tag{12}$$

cînd numărul b a fost reperat pe subscara B_s, adică numărul de cifre a lui b este impar;

$$n_a=\frac{2-N}{2} \tag{13}$$

cînd numărul b a fost reperat pe subscara B_d, adică el a avut un număr par de cifre întregi.

Exemple de calcul. 1°. $\frac{1}{\sqrt{169}}=0{,}077,\ n_a=\frac{1-N}{2}=$ $=\frac{1-3}{2}=-1$. Numărul de sub radical 169 a fost reperat pe subscara B_s, cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul operaţiei se citeşte pe scara inversă I în dreptul firului marcator $F=d$ care este egal cu 77. Ordinul de mărime al rezultatului s-a determinat cu formula (12) pentru că numărul cifrelor numărului 169 este impar şi în consecinţă rezultatul definitiv este egal cu 0,077 (fig. 34, *a*).

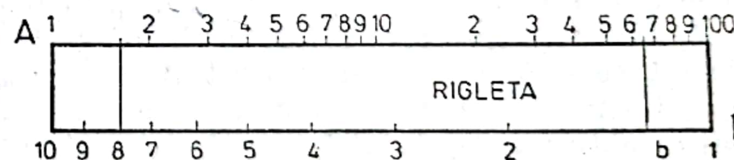


Fig. 34

2°. $\frac{1}{\sqrt{64}}=0{,}125,\ n_a=\frac{2-N}{2}=\frac{2-2}{2}=0$. Se reperează numărul 64 de sub radical pe subscara patra-

telor B_d cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului apoi se citeşte pe scara inversă I în dreptul firului marcator $F=d$. Rezultatul operaţiei este egal cu numărul 125. Ordinul de mărime se determină cu formula (13) şi rezultatul definitiv al operaţiei este egal cu 0,125 (fig. 35, *b*).

3°. $\frac{1}{\sqrt{21}}=0{,}218\ n_a=\frac{2-N}{2}=\frac{2-2}{2}=0$; 4°. $\frac{1}{\sqrt{0{,}4}}=$ $=1{,}582,\ n_a=\frac{2-N}{2}=\frac{2-0}{2}=1$; 5°. $\frac{1}{\sqrt{144}}=0{,}0835,\ n_a=$ $=\frac{1-N}{2}=\frac{1-3}{2}=-1$; 6°. $\frac{1}{\sqrt{0{,}0625}}=4;\ n_a=\frac{1-N}{2}=$ $\frac{1-1-1}{2}=1$.

Operaţiunea de calcul al inversului unui radical de ordinul al doilea se poate efectua şi în cazul cînd rigla de calcul nu are scara inverselor. Această operaţie se execută în următorul mod: se reperează după regulile expuse la extragerea rădăcinii pătrate a unui număr *b*, pe una din subscările pătratelor A_s sau A_d ale riglei de calcul cu indicele B_1 sau B_{100} ale rigletei folosind firul marcator *F* al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică *C* în dreptul indicilor A_1 sau A_{100} spre care a fost deplasată rigleta. Indiferent cu care indice s-a reperat A_1 sau A_{100}, rezultatul este acelaşi. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu ajutorul formulelor (12) şi (13).

Exemple de calcul. 1°. $\frac{1}{\sqrt{225}}=0{,}06,\ n_a=\frac{1-N}{2}=$ $=\frac{1-3}{2}=-1$. Se reperează numărul 225 de sub radical pe subscara A_s cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta încît indicele B_{100} să se suprapună cu firul marcator. Rezultatul se citeşte pe scara numerică *C* a rigletei în dreptul indicelui D_1 şi se obţine numărul 665. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (12), iar rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,0665.

2°. $\frac{1}{\sqrt{80}}=0{,}119,\ n_a=\frac{2-N}{2}=\frac{2-2}{2}=0$. S-a reperat numărul 80 de sub radical pe subscara A_d cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta astfel încît indicele B_1 să se suprapună cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citeşte pe scara numerică *C* a rigletei în dreptul indicelui D_{10} al riglei şi se obţine numărul 1119. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine folosind formula (13) şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,1119. Acelaşi rezultat se obţine dacă se reperează în primul exemplu cu B_1 şi al doilea exemplu cu B_{100} al rigletei, iar citirea se face pe scara *C* a rigletei în dreptul indicelui D_{10} sau în dreptul indicelui D_1 al riglei.

2.11. Ridicarea la pătrat şi extragerea rădăcinii pătrate a unui număr folosind scările numerice D şi C de pe riglă şi rigletă

a) *Ridicarea la pătrat*. Pentru ridicarea la pătrat a unui număr *a*, folosind scara numerică *D* a riglei şi scara numerică *C* a rigletei se procedează după cum

urmează: se înmulţeşte numărul a cu el însuşi $a\times a=b$ după regula înmulţirii a două numere. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formulele de la înmulţire sau cele de ridicare la pătrat.

Exemple de calcul. 1°. $15^2=15\times15=225$, $N=n_a+n_b-1=2+2-1=3$, $N=2\,n_a-1=2\times2-1=3$; 2°. $2{,}45^2=2{,}45\times2{,}45=6$, $N=n_a+n_b-1=1+1-1=1$ $N=2\,n_a-1=2\times1-1=1$; 3°. $65^2=65\times65=4225$, $N=n_a+n_b=2+2=4$, $N=2\,n_a=2\times2=4$; 4°. $0{,}765^2=0{,}765\times0{,}765=0{,}585$, $N=n_a+n_b=0+0=0$, $N=2\,n_a=2\times0=0$.

b) *Rădăcină pătrată*. Pentru extragerea rădăcinii pătrate dintr-un număr oarecare b prin intermediul scărilor numerice D şi C, se procedează în următorul mod: se reperează numărul b de sub radical pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă cînd se citeşte în acelaşi timp pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui stîng C_1 al rigletei şi pe scara numerică C a rigletei în dreptul firului marcator F acelaşi număr a care reprezintă rădăcina pătrată a numărului b, adică $a=b$. Se va urmări corespondenţa în stînga cursorului sau în dreapta lui, după cum, numărul cifrelor întregi a lui b este impar sau par. Ordinul de mărime al rezultatului se va determina cu formulele (10) şi (11).

Exemple de calcul. 1°. $\sqrt{196}=14$, $n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{3+1}{2}=2$. Se reperează pe scara numerică D a riglei numărul 196 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă se citeşte pe riglă în dreptul indicelui stîng al rigletei C_1 şi pe scara numerică C a rigletei în dreptul firului marcator $F=d$, numărul 14 care este rezultatul radicalului. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (10) şi rezultatul definitiv este 14.

2°. $\sqrt{49}=7$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{2}{2}=1$. Se reperează numărul 49 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$, apoi se deplasează rigleta pînă ce se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui drept C_{10} al rigletei şi pe scara numerică C a rigletei în dreptul firului marcator numărul 7. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (11) şi rezultatul definitiv este egal cu 7;

3°. $\sqrt{0{,}585}=0{,}765$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{0}{2}=0$;

4°. $\sqrt{0{,}000864}=0{,}0294$ $n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{-3+1}{2}=-1$;

6°. $\sqrt{5625}=75$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{4}{2}=2$. Ridicarea la pătrat şi extragerea rădăcinii pătrate folosind scările numerice D şi C dau rezultate mai precise decît dacă se operează la scara pătratelor. Această metodă este folosită în special atunci cînd rigla nu are scara pătratelor.

Aplicaţii. Să se calculeze media proporţională a numerelor a şi b, adică $c=\sqrt{a\times b}$. Pentru a calcula media proporţională c a două numere a şi b se folosesc scările pătratelor A şi B de pe riglă şi rigletă.

Pentru această operaţie se va face înmulţirea $a\times b$ pe scările pătratelor A şi B. În dreptul produsului reperat pe scara A se citeşte cu ajutorul firului marcator $F=d$ al cursorului, pe scara numerică D a riglei, valoarea numerică c ce reprezintă media proporţională (geometrică) căutată. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu ajutorul formulelor de la înmulţire şi de la extragerea rădăcinii pătrate.

Exemple de calcul. 1°. $c=\sqrt{16\times 9}=12$, $N=n_a+n_b=3$, $n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{3+1}{2}=2$. Se reprezintă numărul 16 pe subscara pătratelor A_d cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele B_{100} se suprapune cu firul marcator. Se deplasează cursorul pînă ce firul lui marcator reperează numărul 9 pe subscara B_s şi se citeşte pe scara numerică D a rigletei numărul 12 care este rezultatul mediei geometrice. La determinarea ordinului de mărime a rezultatului s-a folosit formulele (2) şi (10). 2°. $\sqrt{12\times 3}=6$, $N=n_a+n_b-1=2+1-1=2$ $n_a=\frac{N}{2}=\frac{2}{2}=1$. Se reperează numărul 12 pe subscara A_d cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele B_1 se suprapune cu firul marcator. Se deplasează cursorul pînă ce firul lui marcator reperează numărul 3 pe subscara B_s şi se citeşte rezultatul pe scara numerică D a riglei, în dreptul firului marcator $F=d$ şi se obţine rezultatul egal cu numărul 6. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine folosind formulele (1) şi (11). 3°. $c=\sqrt{27\times 3}=9$; $N=n_a+n_b-1=2+1-1=2$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{2}{2}=1$; 4°. $c=\sqrt{86\times 56}=69{,}5$, $N=n_a+n_b=2+2=4$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{4}{2}=2$; 5°. $\sqrt{5\times 36}=13{,}4$ $N=n_a+n_b=1+2=3$, $n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{3+1}{2}=2$.

6°. $c=\sqrt{0{,}86\times 0{,}0056}=0{,}0695$, $N=n_a+n_b=0+(-2)=-2$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{-2}{2}=-1$.

Folosind toate regulile de mai sus se pot efectua o mulţime de operaţiuni combinate şi anume: $x=\frac{a\times\sqrt{b}}{c}$, $x=\frac{k\sqrt{a\times b}}{c\ d}$, $x=\frac{b^2c}{a^2}$, $x=\frac{a^2\ b}{c}$, $x=\frac{b^2}{a}$, $x=\sqrt{\frac{a\times b}{c}}$, $x=a^2b$, $x=\frac{b}{a^2}$, $x=\frac{b\times c}{a^2}$ etc.

În calculele şi figurile ce urmează se indică poziţia riglei şi rigletei pentru următoarele exemple. 1°. $x=1{,}5^2\times 3{,}2=7{,}2$, $N=2\,n_a-1=2\times 1-1=1$, $N=n_a+n_b-1=1+1-1=1$ (fig. 35).

2°. $x=0{,}25\sqrt{15}=0{,}968$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{2}{2}=1$, $N=n_a+n_b-1=0+1=1=0$ (fig. 37).

3°. $0{,}20\sqrt{15}=0{,}775$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{2}{2}=1$, $N=n_a+n_b-1=0+1-1=0$ (fig. 36).

4°. $x=\frac{18^2\times 6}{24}=81$, $N=2\,n_a=2\times 2=4$, $N=n_a-n_b=4-2=2$, $N=n_a+n_b-1=2+1-1=2$ (fig. 37).

5°. $x=0{,}28\sqrt{1500}=10{,}85$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{4}{2}=2$, $N=n_a+n_b=0+2=2$ (fig. 38).

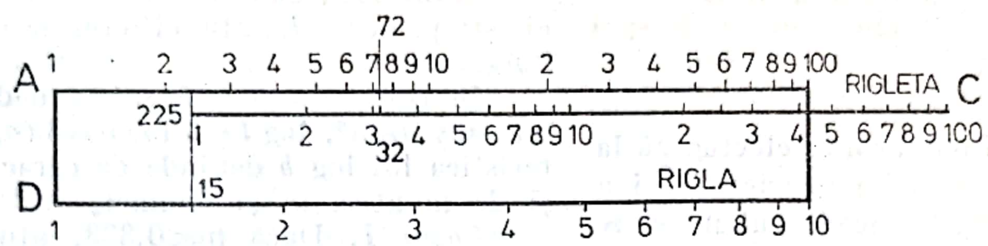


Fig. 35

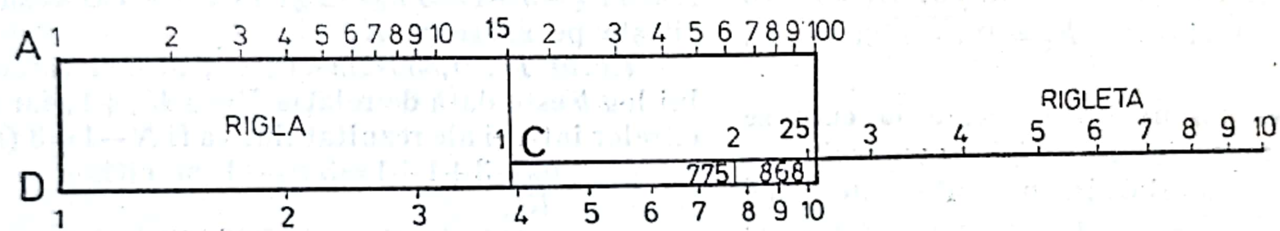


Fig. 36

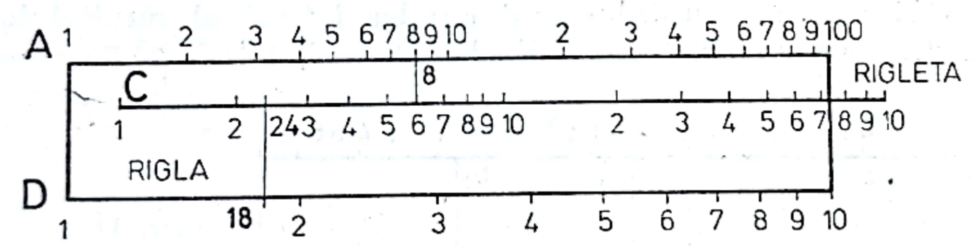


Fig. 37

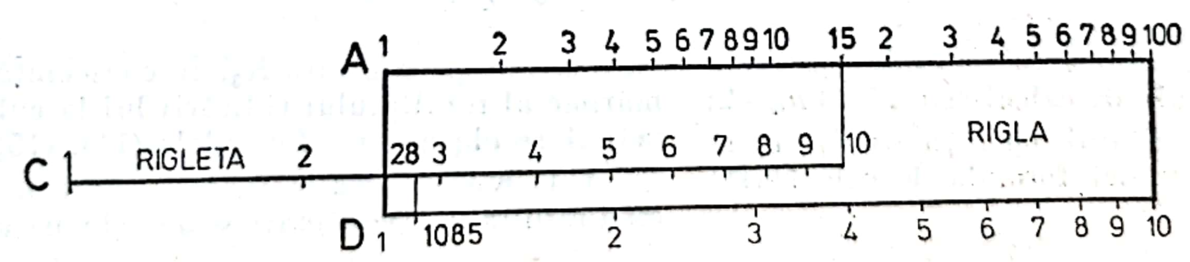


Fig. 38

2.12. Ridicarea la cub (puterea a treia) a unui număr

Ridicarea la cub a unui număr a se efectuează la rigla de calcul cu ajutorul scării numerice D şi a scării cuburilor K de pe riglă. Scara cuburilor K este împărţită în trei subscări egale în raport cu scara numerică D şi care sînt notate cu: $K_1=\overline{1-10}$ $(\overline{1-1})$, $K_2=\overline{10-100}$ $(\overline{1-1})$, $K_3=\overline{100-1000}$ $(\overline{1-1})$ (fig. 39).

Pentru a ridica un număr oarecare la cub, se reperează pe scara numerică D a riglei numărul a cu firul marcator F al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara cuburilor K în dreptul firului marcator F şi se obţine $b=a^3$. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine prin formulele (14), (15), (16). Pentru deducerea acestor formule se consideră trei cazuri:

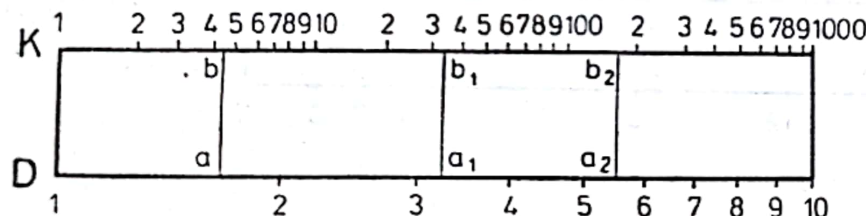


Fig. 39

Cazul I, dacă rezultatul $b=a^3$ se citeşte pe scara stîngă K_1, atunci formula de calcul este $N=3\ n_a-2$;

Cazul II, dacă rezultatul operaţiunii $b_1=a_1^3$ se citeşte pe scara K_2, atunci formula de calcul este $N=3\ n_a-1$;

Cazul III, dacă rezultatul operaţiunii $b_2=a_2^3$ se citeşte pe scara K_3 atunci formula de calcul este $N=3\ n_a$.

În cele ce urmează se va deduce formulele de mai sus $b=a^3$, $\log b=3 \log a=3\ (n_a-1+m)$. Caracteristica lui $\log b$ depinde de caracteristica lui $\log a$ şi de mantisa m şi anume:

Cazul I. Dacă $m<0{,}333$, atunci caracteristica lui b este dată de relaţia $K=3\ K_a$, $N-1=3\ (n_a-1)$, $N=3\ n_a-3+1=3\ n_a-2$ şi în acest caz rezultatul se citeşte pe subscara K_1.

Cazul II. $0{,}333<m<0{,}666$, atunci caracteristica lui $\log b$ este dată de relaţia $K=3\ K_a+1$, iar numărul cifrelor întregi ale rezultatului va fi $N-1=3\ (n_a-1)+1$, $N=3\ n_a-3+1+1=3\ n_a-1$ şi citirea se face pe subscara K_2.

Cazul III. Dacă $m>0{,}666$, atunci caracteristica lui $\log b$ este dată de relaţia $K=3\ Ka+2$, iar numărul cifrelor întregi al rezultatului va fi de forma $N-1=3\ (n_a-1)+2$, $N=3\ n_a-3+2+1=3\ N_a$ şi citirea se face pe subscara K_3. În consecinţă, ordinul de mărime al rezultatului ridicării lui la cub a unui număr A se obţine prin formulele (14), (15), (16).

(14) $N=3\ n_a-2$

cînd rezultatul operaţiunii se citeşte pe subscara K_1;

(15) $N=3\,n_a-1$

cînd rezultatul operaţiunii se citeşte pe subscara K_2;

(16) $N=3\,n_a$

cînd rezultatul operaţiunii se citeşte pe subscara K_3.

Exemple de calcul. 1°. $12^3=1730$, $N=3\,n_a-2=3\times2-2=4$. Se reperează numărul 12 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului (fig. 40). Rezultatul se citeşte pe subscara cuburilor K_1, în dreptul firului marcator şi se obţine numărul 173. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (14) şi rezultatul definitiv este 1730.

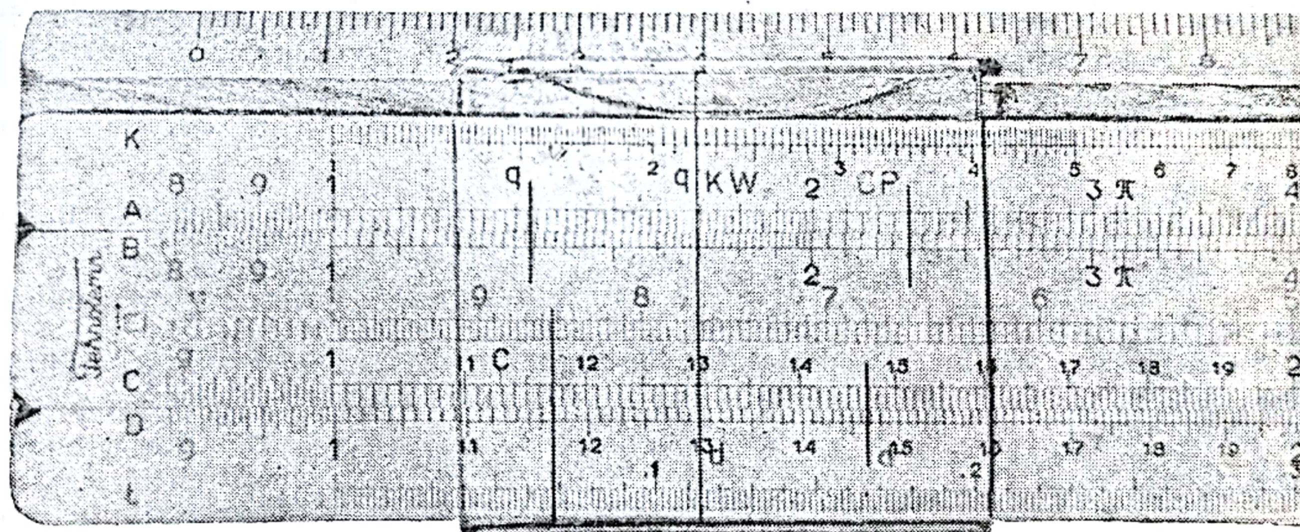


Fig. 40

2°. $3{,}5^3=42{,}8$. $N=3\,n_a-1=3\times1-1=2$. Se reperează numărul 35 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul se citeşte pe subscara cuburilor K_2 în dreptul firului marcator F şi se obţine numărul 428. Ordinul de mărime se determină cu formula (15) şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 42,8.

3°. $8^3=512$, $N=3\,n_a=3\times1=3$. Se reperează numărul 8 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul se citeşte pe subscara K_3 în dreptul firului marcator şi care este egal cu numărul 512. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (16) iar rezultatul definitiv este dat de numărul 512.

4°. $4{,}73^3=105{,}8$, $N=3\,n_a=3\times1=3$; 5°. $34{,}2^3=39400$, $N=3\,n_a-1=3\times2-1=5$; 6°. $0{,}0987^3=0{,}000962$, $N=3\,n_a=3\,(-1)=-3$; 7°. $0{,}0015^3=0{,}000000003375$, $N=3\,n_a-2=3\,(-2)-2=-8$.

2.13. Extragerea rădăcinii cubice dintr-un număr

Pentru extragerea rădăcinii cubice dintr-un număr oarecare b, adică $a=\sqrt[3]{b}$ se procedează la operaţia inversă a ridicării la cub folosind cele trei subscări ale cuburilor K_1, K_2 şi K_3 de pe scara cuburilor K a riglei. Pentru a se calcula rădăcina cubică a unui număr b, este necesar să se ştie pe care din cele trei subscări K_1, K_2 sau K_3 trebuie să se repereze numărul b de sub radical. Aceasta se produce după următoarea regulă dedusă din formulele (14), (15) şi (16) de calcul de la ordinul de mărime la ridicarea la cub a unui număr: din relaţia (14) se deduce relaţia $n_a=\frac{N+2}{3}$. În acest caz se observă că numărul N trebuie să aibă valorile 1, 4, 7 etc., adică să fie un număr care adunat cu doi să fie multiplu de trei, ca împărţirea să se facă exact şi în acest caz numărul b se va repera pe subscara K_1. Din relaţia (15) se deduce $n_a=\frac{N+1}{3}$. Din această formulă se observă că numărul N trebuie să fie egal cu 2, 5, 8 etc., adică să fie un număr care adunat cu 1 să dea un număr divizibil cu trei, în acest caz numărul de sub radical va fi reperat pe subscara K_2. Din relaţia (16) se deduce $n_a=\frac{N}{3}$, adică numărul N trebuie să fie multiplu de 3 şi în consecinţă numărul b va fi reperat pe subscara K_3.

Pentru uşurinţa determinării pe care subscară va fi reperat numărul b de sub radical se va folosi următorul tabel:

Tabelul subscărilor K

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+	K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3	K_3
−	K_2	K_1	K_3	K_2	K_1	K_3	K_2	K_1	K_3	

Exemple de calcul. 1°. $\sqrt[3]{0,64}$ $N=0$, numărul se reperează pe subscara K_3; 2°. $\sqrt{1536}$, $N=4$, numărul se reperează pe subscara K_1. 3°. $\sqrt{0,035}$ $N=-1$, numărul se reperează pe subscara K_2 etc.

Din cele relatate mai sus rezultă că determinarea ordinului de mărime sau numărul cifrelor întregi al rezultatului se vor determina cu următoarele formule:

(17) $n_a=\frac{N+2}{3}$ pentru subscara K_1 a cuburilor,

(18) $n_a=\frac{N+1}{3}$ pentru subscara K_2 a cuburilor,

(19) $n_a=\frac{N}{3}$ pentru subscara K_3 a cuburilor.

Pentru a se calcula valoarea radicalului de ordinul al treilea, $a=\sqrt[3]{b}$ se reperează numărul b pe una din subscările K_1, K_2 sau K_3 ale scării cuburilor K, cu firul marcator $F=d$ al cursorului şi apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$, fig. 40. Subscările cuburilor pe care trebuie să se repereze numărul b depinde de numărul cifrelor întregi sau de numărul de zerouri după virgula zecimală, dacă numărul este subunitar, conform tabloului de mai sus.

Exemple de calcul. 1°. $\sqrt[3]{8}=2$, $n_a=\dfrac{N+2}{3}=1$. Se reperează numărul 8 de sub radical pe subscara cuburilor K_1 cu firul marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ şi care este egal cu 2. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (17), iar rezultatul definitiv este egal cu 2;

2°. $\sqrt[3]{64}=4$, $n_a=\dfrac{N+1}{3}=\dfrac{2+1}{3}=1$. Se reperează numărul 64 pe subscara cuburilor K_2, cu firul marcator $F=d$ al cursorului (fig. 41). Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$, care este egal cu 4. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (18) şi rezultatul definitiv al rădăcinii cubice din 64 este egal cu 4.

3°. $\sqrt[3]{512}=8$, $n_a=\dfrac{N}{3}=\dfrac{3}{3}=1$. Se reperează numărul 512 pe subscara cuburilor K_3 cu firul marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator F, care este egal cu 8. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (19) şi în acest caz rezultatul definitiv al rădăcinii cubice din 512 este egal cu 8.

4°. $\sqrt[3]{0{,}008}=0{,}2$, $n_a=\dfrac{N+2}{3}=\dfrac{-2+2}{3}=0$;

5°. $\sqrt[3]{0{,}0035}=0{,}1519$, $n_a=\dfrac{N+2}{3}=\dfrac{-2+2}{3}=0$;

6°. $\sqrt[3]{27000}=30$, $n_a=\dfrac{N+1}{3}=\dfrac{5+1}{3}=2$; 7°. $\sqrt[3]{0{,}064}=$

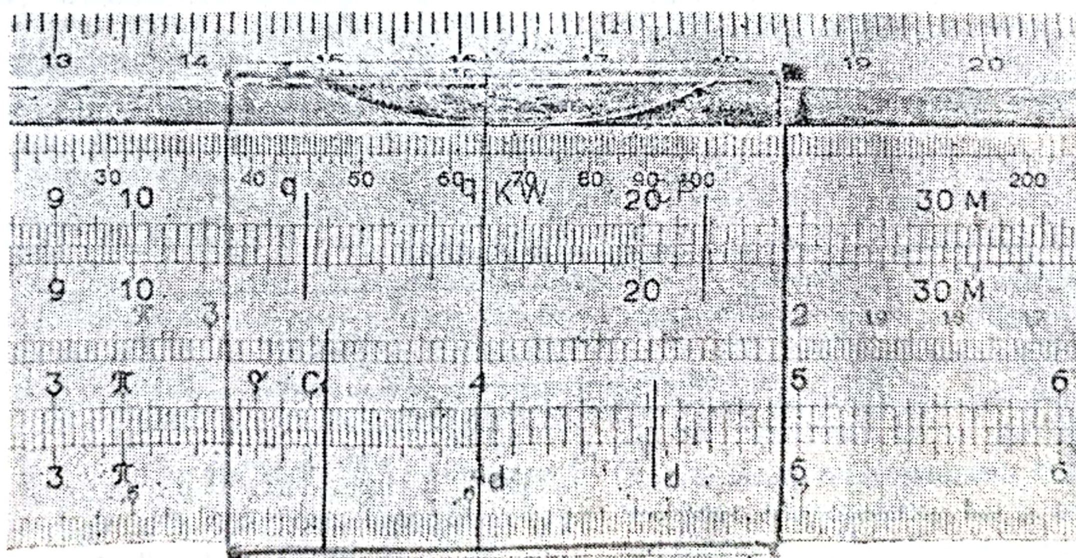


Fig. 41

$0{,}4, n_a = \frac{N+1}{3} = \frac{-1+1}{3} = 0$; 8°. $\sqrt[3]{343} = 7$, $n_a = \frac{N}{3} = \frac{3}{3} = 1$; 9°. $\sqrt[3]{0{,}216} = 0{,}6$, $n_a = \frac{N}{3} = \frac{0}{3} = 0$;

10°. $\sqrt[3]{857375} = 95$, $n_a = \frac{N}{3} = \frac{6}{3} = 2$; 11°. $\sqrt[3]{0{,}000729} = 0{,}09$, $n_a = \frac{N}{3} = \frac{-3}{3} = -1$.

2.14. Ridicarea la cub şi extragerea rădăcinii cubice cînd rigla nu are scara cuburilor *K*

a) *Ridicarea la cub*. Dacă rigla de calcul nu are scara cuburilor, atunci ridicarea la cub a unui număr oarecare *a* se obţine folosind scara numerică *D* şi scara pătratelor *A* în felul următor: $b = a^3 = a^2 \times a$, B_{100} se suprapune cu firul marcator $F=d$ în dreptul lui a^2 pe scara pătratelor *A*. Se reperează pe scara pătratelor *B* a rigletei numărul *A* cu firul marcator *F* prin deplasarea cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara pătratelor *A* a riglei, în dreptul firului marcator $F=d$. Se va repera cu indicele B_{100} al rigletei ori de cîte ori numărul *a* va fi mai mare decît $\sqrt[3]{100} = 4{,}64$, deoarece în caz contrar, numărul reperat pe rigletă va ieşi în afara riglei şi operaţia nu se poate executa (fig. 42).

Ordinul de mărime al rezultatului se va determina cu aceleaşi formule (14), (15), (16). Dacă citirea se face pe subscara A_s, atunci se foloseşte formula (14), dacă citirea se face pe subscara A_d, atunci se foloseşte formula (15), iar dacă citirea se face pe subscara A_d şi se foloseşte indicele drept B_{100}, atunci ordinul de mărime se determină cu formula (16).

Exemple de calcul. 1°. $15^3 = 3375$, $N = 3\,n_a - 2 = 3 \times 2 - 2 = 4$. Se reperează numărul 15 pe scara nu-

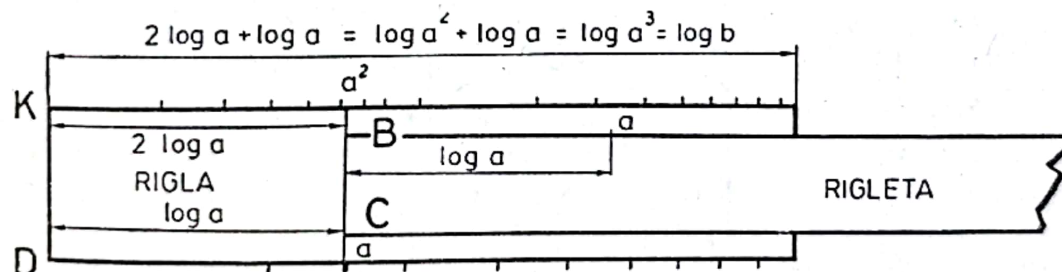


Fig. 42

pentru aceasta se reperează numărul *a* pe scara numerică *D* cu firul marcator *F* al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele stîng B_1 sau cel drept merică *D* a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele B_1 se suprapune cu firul marcator $F=d$. Se deplasează cursorul

pînă ce firul lui marcator F repereazā numărul 15 pe subscara pătratelor B_s a rigletei. Rezultatul se citeşte pe subscara pătratelor A_s în dreptul firului marcator $F=d$ şi se obţine numărul 3375. Ordinul de mărime se obţine cu formula (14) iar numărul definitiv este egal cu 3375;

2°. $3^3=27$. $N=3\,n_a-1=3\times1-1=2$. Se reperează numărul 3 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele B_1 se suprapune cu firul marcator $F=d$. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator $F=d$ reperează pe scara pătratelor B a rigletei numărul 3. Rezultatul se citeşte pe subscara pătratelor A_d de pe riglă în dreptul firului marcator F şi se obţine numărul 27. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (15) pentru că rezultatul a fost citit pe subscara A_d şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 27; 3°. $8{,}5^3=614{,}125$ $N=3\,n_a=3\times1=3$. Se reperează numărul 85 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele drept B_{100} se suprapune cu firul marcator $F=d$. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator $F=d$ reperează numărul 85 pe scara pătratelor B a rigletei. Rezultatul se citeşte pe subscara pătratelor A_d care este egal cu 614125. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (16) pentru că rezultatul a fost citit pe scara A_d în dreptul indicelui B_{100}, iar rezultatul definitiv al ridicării la cub a numărului 8,5 este egal cu 614,125; 4°. $20^3=8000$, $N=3n_a-2=3\times2-2=4$; 5°. $0{,}02^3=0{,}000008$, $N=3\,n_a-2=3(-1)-2=-5$; 6.° $40^3=64\,000$, $N=3\,n_a-1=3\times2-1=5$; 7°. $60^3=216\,000$, $N=3\,n_a=3\times2=6$.

b) *Extragerea rădăcinii cubice*. Dacă rigla de calcul nu are scara cuburilor K, atunci extragerea rădăcinii cubice dintr-un număr oarecare b se efectuează prin intermediul scărilor A şi B a pătratelor şi al scării numerice D, adică se face operaţia inversă ridicării la cub. Se reperează numărul b de sub radical pe scara pătratelor A de pe riglă cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă cînd se citeşte simultan numărul a, atît pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui stîng C_1 sau drept C_{10}, cît şi pe scara pătratelor B a rigletei în dreptul firului marcator $F=d$. Se mai poate citi pe scara pătratelor A şi pe scara numerică C.

Pentru a se şti pe care din cele două subscări A_s sau A_d se reperează numărul b şi în dreptul cărui indice al rigletei se va citi rezultatul se ţine seama de următoarea regulă:

R e g u l a I. *Dacă numărul b este supraunitar, atunci se împarte numărul cifrelor din care este format numărul în grupe de cîte trei cifre, începînd de la virgula zecimală spre stînga şi spre dreapta. Dacă prima grupă de cifre semnificative din stînga este formată de o singură cifră, atunci se reperează numărul b pe subscara pătratelor A_s cu firul marcator $F=d$ şi rezultatul se va citi în dreptul indicelui stîng C_1. Dacă prima grupă din stînga virgulei este formată din două cifre, atunci se reperează numărul b pe subscara pătratelor A_d iar rezultatul se va citi în dreptul indicelui stîng C_1. Dacă prima grupă din stînga virgulei este formată din trei cifre, atunci, numărul b se reperează pe subscara pătratelor A_d şi rezultatul se citeşte în dreptul*

indicelui din dreapta C_{10} al rigletei. Ordinul de mărime al rezultatului este egal cu numărul grupelor de cîte trei cifre.

Exemplu de calcul. 1°. $\sqrt[3]{6,4}=1,86$. Se reperează numărul 64 pe subscara A_s cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta spre dreapta pînă ce în dreptul indicelui C_1 şi al firului marcator F se citeşte simultan acelaşi număr pe scara numerică D, în dreptul indicelui C_1 şi pe scara pătratelor B a rigletei în dreptul firului marcator $F=d$ care este egal cu 186. Ordinul de mărime al rezultatului este egal cu o singură cifră pentru că numărul 6,4 are o singură grupă de trei cifre (o cifră) şi în consecinţă rezultatul definitiv al extragerii rădăcinii cubice din 6,4 este egal cu numărul 1,86.

2°. $\sqrt[3]{64}=4$. Se reperează numărul 64 pe subscara pătratelor A_d cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta spre dreapta pînă se citeşte simultan acelaşi număr pe scara D a riglei în dreptul indicelui C_1 şi pe scara pătratelor B a rigletei în dreptul firului marcator $F=d$, care este egal cu 4. Ordinul de mărime este egal cu 1, pentru că numărul 64 are o singură grupă de cîte trei cifre (două cifre) şi în consecinţă rezultatul definitiv al extragerii rădăcinii cubice din 64 este egal cu 4.

3°. $\sqrt[3]{640}=8,63$. Se reperează numărul 640 pe scara pătratelor A_d cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta la stînga pînă ce se citeşte simultan acelaşi număr pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} şi pe scara pătratelor B a rigletei în dreptul firului marcator $F=d$, care este egal cu 863. Ordinul de mărime al rezultatului este egal cu 1 pentru că numărul 640 are o singură grupă de trei cifre, deci rezultatul definitiv este egal cu numărul 8,63.

4°. $\sqrt[3]{64000}=18,6$; 5°. $\sqrt[3]{64000}=40$; 6°. $\sqrt[3]{640000}=86,3$; 7°. $\sqrt[3]{512000}=80$; 8°. $\sqrt[3]{343}=7$.

Regula II. *Dacă numărul b este subunitar atunci extragerea rădăcinii cubice din acest număr se execută după cum urmează: se reperează numărul b pe scara pătratelor A cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce se citeşte simultan pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui stîng C_1 sau drept C_{10} şi pe scara pătratelor B a rigletei în dreptul firului marcator $F=d$ acelaşi număr a. Pentru a şti pe care din cele două subscări A_s sau A_d ale riglei se reperează numărul b, se ţine seama de următoarea regulă: se transformă numărul subunitar b într-un număr supraunitar prin amplificare cu 1000 din aproape în aproape şi apoi se aplică regula numărul I cînd numărul b este supraunitar.*

Exemple de calcul. 1°. $\sqrt[3]{0,64}=\sqrt[3]{\frac{640}{100}}=\frac{\sqrt[3]{640}}{10}=0,863$; 2°. $\sqrt[3]{0,064}=\sqrt[3]{\frac{64}{1000}}=\frac{\sqrt[3]{64}}{10}=\frac{4}{10}=0,4$;

3°. $\sqrt[3]{0,0064}=\frac{\sqrt[3]{6,4}}{10}=\frac{1,86}{10}=0,186$; 4°. $\sqrt[3]{0,00064}=$

$= \sqrt[3]{\frac{0,64}{1000}} = \frac{\sqrt[3]{0,64}}{10} = 0,0863$; 5°. $\sqrt[3]{0,000064} =$

$= \sqrt[3]{\frac{0,064}{1000}} = \frac{\sqrt[3]{0,064}}{10} = \frac{\sqrt[3]{64}}{10 \times 10} = 0,04$; 6°. $\sqrt[3]{0,512} =$

$= \sqrt[3]{\frac{512}{1000}} = \frac{\sqrt[3]{512}}{10} = \frac{8}{10} = 0,8$; 7°. $\sqrt[3]{0,0512} =$

$= \sqrt[3]{\frac{51,2}{1000}} = \frac{\sqrt[3]{51,2}}{10} = \frac{3,72}{10} = 0,372$ etc.

2.15. Calculul inversului rădăcinii cubice dintr-un număr oarecare b.

Pentru calculul inversului rădăcinii cubice dintr-un număr oarecare b, adică $c = \frac{1}{\sqrt[3]{b}}$ se va folosi scara cuburilor de pe riglă şi scara inversă I de pe rigletă. Pentru efectuarea acestei operaţii se introduce rigleta în corpul riglei astfel încît ea să fie la odihnă, apoi se repereazá numărul b pe scara cuburilor K cu firul marcator $F=d$, al cursorului, după aceleaşi reguli de la extragerea rădăcinii cubice dintr-un număr. Rezultatul se citeşte pe scara inversă I a rigletei în dreptul firului marcator $F=d$ al cursorului. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine prin formulele (20), (21), (22).

(20) $$n_a = \frac{1-N}{3}$$

cînd numărul b a fost reperat pe subscara K_1;

(21) $$n_a = \frac{2-N}{3}$$

cînd numărul b a fost reperat pe subscara K_2;

(22) $$n_a = \frac{3-N}{3}$$

cînd numărul b a fost reperat pe subscara K_3.

Exemple de calcul. 1°. $\frac{1}{\sqrt[3]{3600}} = 0,0654$, $n_a = \frac{1-N}{3} = \frac{1-4}{3} = -1$. Se repereazá numărul 3600 pe subscara cuburilor K_1 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara inversă I a rigletei în dreptul firului marcator $F=d$ şi se obţine numărul 654. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (20) şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,0654;

2°. $\frac{1}{\sqrt[3]{0,008}} = 5$, $n_a = \frac{1-N}{3} = \frac{1-(-2)}{3} = 1$. Se repereazá numărul 8 pe subscara cuburilor K_1 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara inversă I a rigletei în dreptul firului marcator $F=d$, numărul 5. Ordinul de mărime se determină cu formula (20) şi rezultatul definitiv este 5.

3°. $\frac{1}{\sqrt[3]{64}} = 0,25$, $n_a = \frac{2-N}{3} = \frac{2-2}{3} = 0$. Se repereazá numărul 64 pe subscara K_2 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara inversă I a rigletei în dreptul firului marcator F,

care este egal cu numărul 25. Ordinul de mărime al rezultatului se obține cu formula (21) iar rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,25;

4°. $\frac{1}{\sqrt[3]{0{,}046}} = 2{,}79$, $n_a = \frac{2-N}{3} = \frac{2-(-1)}{3} = 1$;

5°. $\frac{1}{\sqrt[3]{512}} = 0{,}125$, $n_a = \frac{3-N}{3} = \frac{3-3}{3} = 0$. Se reperează numărul 512 pe subscara K_3 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citește pe scara inversă I a rigletei în dreptul firului marcator F numărul 125. Ordinul de mărime al rezultatului se obține prin formula (22) și rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,125;

6°. $\frac{1}{\sqrt[3]{0{,}00084}} = 10{,}6$, $n_a = \frac{3-N}{3} = \frac{3-(-3)}{3} = 2$.

b) *Rigla de calcul nu are scară inversă.* În cazul cînd rigla nu are scară inversă, atunci calculul inversului rădăcinii cubice dintr-un număr oarecare b se execută în modul următor: se reperează numărul b pe unul dintre subscările cuburilor, după regulile și formulele de la extragerea rădăcinii cubice, cu firul marcator $F=d$ al cursorului. Se deplasează rigleta pînă ce indicele C_1 sau C_{10} se suprapune cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citește pe scara numerică C a rigletei în dreptul indicelui D_1 sau D_{10} de pe scara numerică a riglei. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formulele (20), (21), (22).

Exemple de calcul. 1°. $\frac{1}{\sqrt[3]{5634}} = 0{,}0562$, $n_a = \frac{1-N}{3} = \frac{1-4}{3} = -1$. Se reperează numărul 5634 pe subscara cuburilor K_1 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele C_1 se suprapune cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citește pe scara numerică C a rigletei în dreptul indicelui D_{10} al riglei, care este egal cu numărul 562. Ordinul de mărime al rezultatului se obține cu formula (20) iar rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,0562.

2°. $\frac{1}{\sqrt[3]{27}} = 0{,}334$, $n_a = \frac{2-N}{3} = \frac{2-2}{2} = 0$. Se reperează numărul 27 pe subscara K_2 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele C_1 se suprapune cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citește pe scara C a rigletei în dreptul indicelui D_{10} al riglei care este egal cu numărul 334. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (21) și rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,334.

3°. $\frac{1}{\sqrt[3]{0{,}216}} = 1{,}667$, $n_a = \frac{3-N}{3} = \frac{3-0}{3} = 1$. Se reperează numărul 216 pe subscara K_3 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele C_1 se suprapune cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citește pe scara numerică C a rigletei în dreptul indicelui D_{10} și se obține numărul 1667. Ordinul de mărime al rezultatului se obține cu formula (22) și rezultatul definitiv este egal cu 1,667.

2.16. Calculul expresiilor $\sqrt{a^3}$ şi $\sqrt[3]{a^2}$

Pentru calculul expresiei $\sqrt{a^3}$ se foloseşte scara pătratelor A şi scara cuburilor K. Se repereazǎ numărul a pe scara pătratelor, cu firul marcator $F=d$ al cursorului după regula extragerii rădăcinii pătrate a unui număr, iar rezultatul $a^{\frac{2}{3}}$ se citeşte pe scara cuburilor K în dreptul firului marcator $F=d$ al cursorului. Ordinul de mărime al rezultatului se va obţine prin următoarele formule:

I. Numărul a a fost reperat pe subscara A_s,

(23) $$n_a=\frac{3N-1}{2}$$

cînd rezultatul se citeşte pe subscara cuburilor K_1;

(24) $$n_a=\frac{3N+1}{2}$$

cînd rezultatul se citeşte pe subscara cuburilor K_2;

Numărul a a fost reperat pe subscara A_d;

(25) $$n_a=\frac{3N-2}{2}$$

cînd rezultatul se citeşte pe subscara cuburilor K_2;

(26) $$n_a=\frac{3N}{2}$$

cînd rezultatul se citeşte pe subscara cuburilor K_3.

Exemple de calcul. 1°. $\sqrt{0{,}04^3}=0{,}008$, $n_a=\frac{3N-1}{2}=\frac{3(-1)-1}{2}=-2$. Se repereazǎ numărul 4 pe subscara A_s cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe subscara K_1 în dreptul firului marcator $F=d$, care este egal cu numărul 8. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (23) şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,008.

2°. $\sqrt{9^3}=27$, $n_a=\frac{3N+1}{2}=\frac{3+1}{2}=2$. Se repereazǎ numărul 9 pe subscara A_s cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe subscara K_2 şi se obţine numărul 27. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (24), iar rezultatul definitiv este 27.

3°. $\sqrt{16^3}=64$, $n_a=\frac{3N-2}{2}=\frac{3\times 2-2}{2}=2$. Se repereazǎ numărul 16 pe subscara A_d cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe subscara K_2 în dreptul firului marcator $F=d$, care este egal cu 64. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (25) şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 64.

4°. $\sqrt{36^3}=216$, $n_a=\frac{3N}{2}=\frac{3\times 2}{2}=3$. Se repereazǎ numărul 36 pe subscara A_d cu firul marcator al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe subscara K_3 în dreptul firului marcator $F=d$ şi se obţine numărul 216. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (26), iar rezultatul definitiv este egal cu 216.

5°. $\sqrt{0{,}002^3}=0{,}0000895$, $n_a=\frac{3N-2}{2}=\frac{3(-2)-2}{2}=$ $=-4$;

6°. $\sqrt{0,004^3}=0,000254$, $n_a=\frac{3N}{2}=\frac{3(-2)}{2}=-3$;

7°. $\sqrt{2,56^3}=4,096$, $n_a=\frac{3N-1}{2}=\frac{3\times 1-1}{2}=1$;

8°. $\sqrt{0,16^3}=0,064$, $n_a=\frac{3N-2}{2}=\frac{3\times 0-2}{2}=-1$.

Pentru calculul expresiei $\sqrt[3]{a^2}$ se foloseşte scara cuburilor K şi scara pătratelor A de pe riglă după cum urmează: se reperează numărul a pe scara cuburilor cu firul marcator $F=d$ al cursorului folosind regula extragerii rădăcinii cubice, apoi se citeşte rezultatul pe scara pătratelor A în dreptul firului marcator $F=d$. Pentru determinarea ordinului de mărime al rezultatului se vor folosi următoarele formule:

(27) $$n_a=\frac{2N+1}{3}$$

cînd numărul a, a fost reperat pe subscara K_1 şi rezultatul a fost citit pe subscara A_s;

(28) $$n_a=\frac{2N-1}{3}$$

cînd numărul a, a fost reperat pe subscara K_2 şi rezultatul a fost citit pe subscara A_s;

(29) $$n_a=\frac{2N+2}{3}$$

cînd se reperează numărul a pe subscara K_2 şi rezultatul a fost citit pe subscara A_d;

(30) $$n_a=\frac{2N}{3}$$

cînd se reperează numărul a pe subscara K_3 şi rezultatul se citeşte pe subscara A_d.

Exemple de calcul. 1°. $\sqrt[3]{8^2}=4$, $n_a=\frac{2N+1}{3}=\frac{2\times 1+1}{3}=1$. Se reperează numărul 8 pe subscara K_1 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe subscara A_s în dreptul firului marcator F, care este egal cu 4. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (27) şi rezultatul definitiv este egal cu 4.

2°. $\sqrt[3]{27^2}=9$, $n_a=\frac{2N-1}{3}=\frac{2\times 2-1}{3}=1$. Se reperează numărul 27 pe subscara K_2 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe subscara A_s care este egal cu 9. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (28) şi rezultatul definitiv este egal cu 9.

3°. $\sqrt[3]{64^2}=16$, $n_a=\frac{2N+2}{3}=\frac{2\times 2+2}{3}=2$. Se reperează numărul 64 pe subscara K_3 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe subscara A_d în dreptul firului marcator F şi se obţine numărul 16. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (29) şi rezultatul definitiv este egal cu 16.

4°. $\sqrt[3]{870^2}=91,1$, $n_a=\frac{2\,N}{3}=\frac{2\times 3}{3}=2$. Se reperează numărul 870 pe subscara K_3 cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe subscara A_d în dreptul firului marcator $F=d$, care este egal cu 911. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (30) şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 91,1.

5°. $\sqrt[3]{0,0027^2}=0,0194$, $n_a=\frac{2\,N+1}{3}=$

$$=\frac{2\,(-2)+1}{3}=-1;$$

6°. $\sqrt[3]{0,0084^2}=0,0414$, $n_a=\frac{2\,N+1}{3}=$

$$=\frac{2\,(-2)+1}{3}=-1;$$

7°. $\sqrt[3]{30^2}=9,654$, $n_a=\frac{2\,N-1}{3}=\frac{2\times 2-1}{3}=1;$

8°. $\sqrt[3]{0,083^2}=0,19$, $n_a=\frac{2\,N+2}{3}=\frac{2\,(-1)+2}{3}=0;$

9°. $\sqrt[3]{810^2}=86,5$, $n_a=\frac{2\,N}{3}=\frac{2\times 3}{3}=2;$

10°. $\sqrt[3]{0,34^2}=0,486$, $n_a=\frac{2\,N}{3}=\frac{2\times 0}{2}=0$ etc.

2.17. Ridicarea la puterea a patra şi extragerea rădăcinii de ordinul al 4-lea

a) *Ridicarea la puterea a patra a unui număr oarecare* a, adică $b=a^4=(a\times a)^2$ se execută în felul următor: se înmulţeşte numărul a cu el însuşi pe scara numerică D a riglei şi pe scara numerică C a rigletei după regula cunoscută de la înmulţire, rezultatul operaţiei se citeşte pe scara pătratelor A în dreptul firului marcator F al cursorului (fig. 43 şi 44).

Pentru determinarea ordinului de mărime al rezultatului se vor folosi următoarele formule:

Fig. 43

(31) $$N=4\ n_a-3,$$

dacă se foloseşte indicele stîng C_1 al rigletei şi rezultatul se citeşte pe subscara A_s;

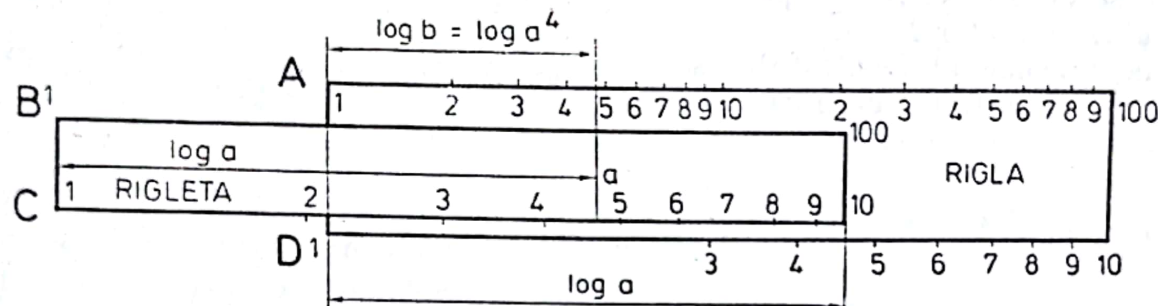


Fig. 44

(32) $$N=4\ n_a-2,$$

dacă se foloseşte indicele stîng C_1 al rigletei şi rezultatul se citeşte pe subscara A_d;

(33) $$N=4\ n_a-1$$

dacă se foloseşte indicele drept C_{10} al rigletei şi rezultatul se citeşte pe subscara A_s.

(34) $$N=4\ n_a,$$

dacă se foloseşte indicele drept C_{10} al rigletei şi rezultatul se citeşte pe subscara A_d.

Exemple de calcul. 1°. $15^4=50625$, $N=4\ n_a-3=4\times2-3=5$. Se reperează numărul 15 pe scara numerică D cu firul marcator al cursorului, apoi se deplasează rigleta spre dreapta pînă ce indicele C_1 se suprapune cu firul marcator F. Se deplasează cursorul pînă ce firul lui marcator F reperează numărul 15 pe scara numerică C a rigletei. Rezultatul se citeşte pe subscara A_s în dreptul firului marcator F şi se obţine numărul 50625. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (31) iar rezultatul definitiv este egal cu 50625.

2°. $0{,}3^4=0{,}0081$, $N=4\ n_a-2=4\times0-2=-2$. Se reperează numărul 3 pe scara numerică D cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta spre dreapta pînă ce indicele C_1 se suprapune cu firul marcator F. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator $F=d$ reperează numărul 3 pe scara numerică C a rigletei. Rezultatul se citeşte pe subscara A_d în dreptul firului marcator $F=d$ şi se obţine numărul 81. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (32) şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,0081.

3°. $40^4=2560000$, $N=4\ n_a-1=4\times2-1=7$. Se reperează numărul 4 pe scara numerică D cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta la stînga pînă ce indicele drept C_{10} se suprapune cu firul marcator $F=d$. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator F reperează numărul 4 pe scara numerică C a rigletei. Rezultatul se citeşte pe subscara A_s în dreptul firului marcator şi se obţine numărul

256. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (33) şi rezultatul definitiv este egal cu 2560000.

4°. $8^4=4096$, $N=4\ n_a=4\times1=4$. Se reperează numărul 8 pe scara numerică D cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta spre stînga pînă ce indicele drept C_{10} se suprapune cu firul marcator. Se deplasează cursorul pînă ce firul lui marcator $F=d$ reperează numărul 8 pe scara numerică C a rigletei. Rezultatul se citeşte pe subscara A_d în dreptul firului marcator $F=d$ şi se obţine numărul 4096. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (34) şi rezultatul definitiv este egal cu 4096;

5°. $1{,}5^4=5{,}0625$, $N=4\ n_a-3=4-3=1$; 6°. $0{,}04^4=$ $=0{,}00000256$, $N=4\ n_a-2=4(-1)-2=-6$; 7°. $0{,}4^4=$ $=0{,}0256$ $N=4\ n_a-1=4\times0-1=-1$; 8°. $0{,}08^4=$ $=0{,}00004096$, $N=4\ n_a=4(-1)=-4$.

A a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce se citeşte simultan acelaşi număr pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_1 sau C_{10} şi pe scara numerică C a rigletei în dreptul firului marcator $F=d$. Numărul b va fi reperat pe subscara A_s cînd numărul cifrelor întregi sau al zerourilor după virgulă este impar şi se va repera pe subscara A_d cînd numărul cifrelor întregi sau al zerourilor după virgulă este un număr par.

Pentru determinarea ordinului de mărime al rezultatului extragerii rădăcinii de ordinul 4 al unui număr oarecare b se vor determina următoarele relaţii ţinînd seama de formulele (31), (32), (33) şi (34).

Din formula (31) se scoate n_a şi se obţine formula

$$n_a=\frac{N+3}{4}, \tag{35}$$

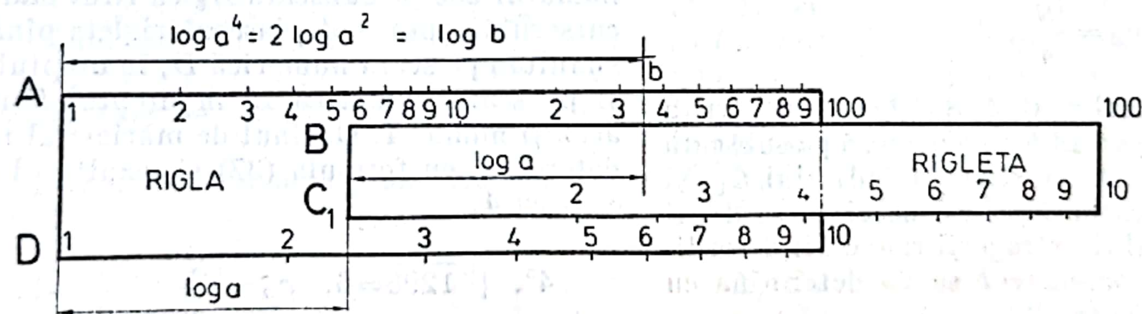


Fig. 45

b) *Rădăcina de ordin 4 a unui număr oarecare b.* Pentru extragerea rădăcinii de ordin 4 a unui număr oarecare b, adică $a=\sqrt[4]{b}$ (fig. 45) se procedează în felul următor, se reperează numărul b pe scara pătratelor

unde N trebuie să fie egal cu 1, 5, 9 etc., astfel încît adunat cu numărul 3, să fie multiplu de 4 şi numărul b se va repera pe subscara A_s iar rezultatul se va citi în dreptul indicelui C_1 şi a firului marcator $F=d$.

Din formula (32) se scoate n_a şi astfel se obţine formula (36)

(36) $$n_a = \frac{N+2}{4},$$

unde N trebuie să fie egal cu 2, 6, 8 etc. astfel încît adunat cu 2 să fie multiplu de 4, iar numărul b se reperează pe subscara A_d şi rezultatul se va citi în dreptul indicelui C_1 şi a firului marcator F.

Din formula (33) se scoate n_a şi astfel se obţine formula (37),

(37) $$n_a = \frac{N+1}{4},$$

unde N trebuie să fie egal cu 3, 7, 11 etc., astfel încît adunat cu unitatea să fie multiplu de 4, iar numărul b se reperează pe subscara A_s şi rezultatul se citeşte în dreptul indicelui C_{10} şi al firului marcator F.

Din formula (34) se scoate n_a şi se obţine formula

(38) $$n_a = \frac{N}{4},$$

unde N trebuie să fie egal cu 0, 4, 8, 12 etc., pentru a fi multiplu de 4, iar numărul b se reperează pe subscara A_d şi rezultatul se citeşte în dreptul indicelui C_{10} şi în dreptul firului marcator F. În consecinţă, ordinul de mărime al rezultatului extragerii rădăcinii de ordinul 4 dintr-un număr oarecare b se va determina cu formulele (35), (36), (37) şi (38).

Exemple de calcul. 1°. $\sqrt[4]{2{,}0736} = 1{,}2$, $n_a = \frac{N+3}{4} = \frac{1+3}{4} = 1$. Se reperează numărul 20736 pe subscara A_s cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce se citeşte simultan pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_1 şi pe scara numerică C a rigletei în dreptul firului marcator $F=d$ acelaşi număr 12. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula (35) şi rezultatul definitiv este egal cu 1,2.

2°. $\sqrt[4]{16} = 2$, $n_a = \frac{N+2}{4} = \frac{2+2}{4} = 1$. Se reperează numărul 16 pe subscara A_d cu firul marcator $F=d$, apoi se deplasează rigleta pînă ce se citeşte simultan pe scara numerică D în dreptul indicelui C_1 şi pe scara numerică C în dreptul firului marcator acelaşi număr 2. Ordinul de mărime se obţine cu formula (36) şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 2.

3°. $\sqrt[4]{256} = 4$, $n_a = \frac{N+1}{4} = \frac{3+1}{4} = 1$. Se reperează numărul 256 pe subscara A_s cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce se citeşte simultan pe scara numerică D, în dreptul indicelui C_{10} şi pe scara numerică D în dreptul firului marcator acelaşi număr 4. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (37) şi rezultatul definitiv este egal cu 4.

4°. $\sqrt[4]{1296} = 6$, $n_a = \frac{N}{4} = \frac{4}{4} = 1$. Se reperează numărul 1296 pe subscara A_d cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce se citeşte simultan pe scara numerică D în dreptul indicelui C_{10} şi pe scara numerică C în dreptul firului marcator $F=d$ acelaşi număr 6. Ordinul de mărime al rezulta-

tului se obține cu formula (38) și rezultatul definitiv este egal cu 6.

5°. $\sqrt[4]{50625}=15,\ n_a=\frac{N+3}{4}=\frac{5+3}{4}=2;$

6°. $\sqrt[4]{0{,}0016}=0{,}2,\ n_a=\frac{N+2}{4}=\frac{-2+2}{4}=0;$

7°. $\sqrt[4]{0{,}256}=0{,}4,\ n_a=\frac{N}{4}=\frac{0}{4}=0;$

8°. $\sqrt[4]{0{,}0000081}=0{,}03,\ n_a=\frac{N+2}{4}=\frac{-6+2}{4}=-1.$

2.18. Aria cercului

Pentru a se calcula aria cercului prin intermediul riglei de calcul se va folosi formula ariei cercului în funcție de diametrul lui d: $S=\pi R^2=\frac{\pi d^2}{4}$ care prin transformări devine $S=\left(d:\frac{2}{\sqrt{\pi}}\right)$. Se notează expresia $\frac{2}{\sqrt{\pi}}=C$ și se obține în acest caz aria cercului prin formula (39):

(39) $$S=(d:C)^2.$$

Constanta C este marcată pe scara numerică D a riglei și pe scara numerică C a rigletei. Valoarea acestei constante este $C=1{,}128$. Această constantă este trasată pe geamul cursorului cînd el are trei fire marcatoare $F_1=d$, $F=d$, $F_2=d$ cuprinsă între firul marcator $F=d$ și firele marcatoare $F_1=d$ și $F_2=d$, fig. 4.

Pentru calculul ariei cercului în funcție de diametrul lui se consideră următoarele trei cazuri.

Cazul I. Cursorul are numai firul marcator F. În acest caz se reperează valoarea diametrului d al cercului pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce constanta C se suprapune cu firul marcator F. Rezultatul se citește pe scara pătratelor A a riglei în dreptul indicelui stîng B_1 a rigletei.

Cazul II. Cursorul are trei fire marcatoare $F_1=d$, $F=d$, $F_2=d$, atunci aria cercului se determină reperînd cu firul marcator diametrul d al cercului pe scara numerică D a riglei, apoi se citește rezultatul pe scara pătratelor A de pe riglă în dreptul firului marcator F_1.

Cazul III. Diametrul d al cercului este mai mic decît constanta C sau el este situat în interiorul $1-C$, atunci aria cercului se calculează după cum urmează:
a) *Cursorul are un singur fir marcator F*, în acest caz se reperează diametrul d pe scara numerică D a riglei cu firul marcator F al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce constanta C se suprapune cu firul marcator F. Rezultatul se citește pe subscara pătratelor A_d în dreptul indicelui B_{100}.

b) *Cursorul are trei fire marcatoare.* Dacă cursorul are trei fire marcatoare, atunci pentru calculul ariei cercului în funcție de diametrul d se folosește prelungirea scării pătratelor A de pe riglă prin vizarea diametrului cu firul marcator $F=d$ pe scara numerică D, iar citirea rezultatelor se face în dreptul firului marcator $F_2=d$ pe prelungirea subscării A_s.

Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu următoarele formule:

(40) $$N=2\,n_a-1,$$

unde n_a este ordinul de mărime al diametrului d al cercului şi aria se citeşte pe subscara A_s;

(41) $$N=2\,n_a,$$

unde n_a este ordinul de mărime al diametrului d al cercului şi aria se citeşte pe subscara A_d;

(42) $$N=2\,n_a-2,$$

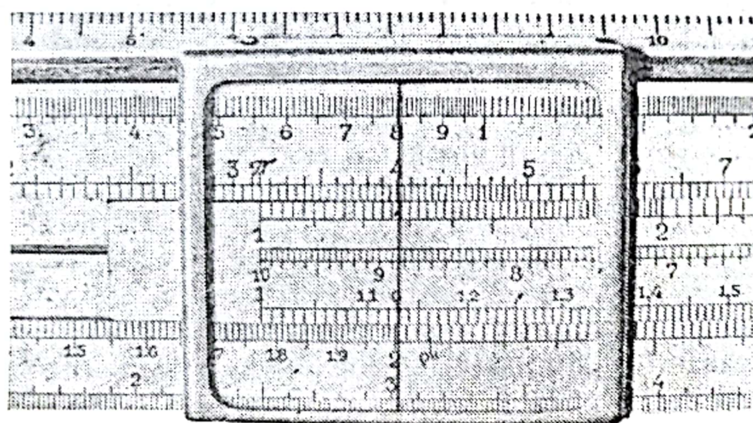


Fig. 46 a

unde n_a este ordinul de mărime al diametrului d al cercului, iar aria se citeşte pe subscara A_d în dreptul indicelui B_{100} sau pe prelungirea subscării A_s, cînd diametrul este cuprins între 1 şi constanta C.

Exemple de calcul. 1°. $d=2$ cm, $S=3{,}14$ cm, $N=2\,n_a-1=2\times1-1=1$. Se reperează numărul 2 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator F al cursorului (fig. 46, *a*), apoi se deplasează rigleta pînă ce limita constantă C se suprapune cu firul marcator F. Rezultatul se citeşte pe subscara A_s în dreptul indicelui B_1 al rigletei obţinîndu-se numărul 314. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (40) şi rezultatul definitiv este egal cu $3{,}14=\pi$ dacă cursorul are un singur fir marcator. În cazul cînd cursorul are 3 fire marcatoare, atunci se vizează numărul 2 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ şi rezulta-

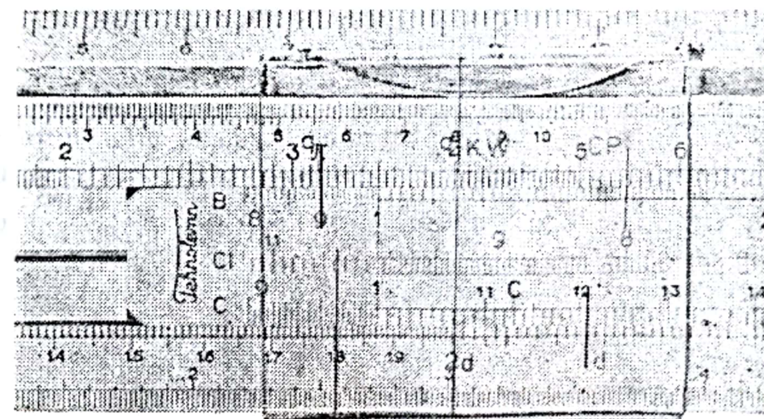


Fig. 46 b

tul se citeşte pe sub scara A_s în dreptul firului marcator $F_1=d$, (fig. 46, *b*), care este acelaşi ca în cazul anterior.

2°. $d=0{,}36$ cm, $S=0{,}1017$ cm², $N=2\,n_a=2\times\times0=0$. Se reperează numărul 36 pe scara numerică D a

riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, dacă el are trei fire marcatoare (fig. 47).

Dacă cursorul are numai un singur fir marcator $F=d$, atunci se deplasează rigleta pînă ce constanta C se suprapune cu firul marcator F. Rezultatul se citeşte pe subscara A_d în dreptul indicelui B_1 a rigletei. Acest rezultat este egal cu numărul 1017 în ambele cazuri.

Ordinul de mărime al rezultatului se obține cu formula (41) iar rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,1017.

scara A_d în dreptul indicelui B_{100} a rigletei şi se obține numărul 866 (fig. 48), cînd cursorul are un singur fir marcator.

Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (42) şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 8660 cm². Dacă rigla de calcul are prelungire spre stînga şi cursorul are trei fire marcatoare, atunci citirea rezultatului se face pe prelungirea stîngă A_s a riglei în dreptul firului marcator $F_1=d$ al cursorului, iar rezultatul este acelaşi ca în cazul precedent.

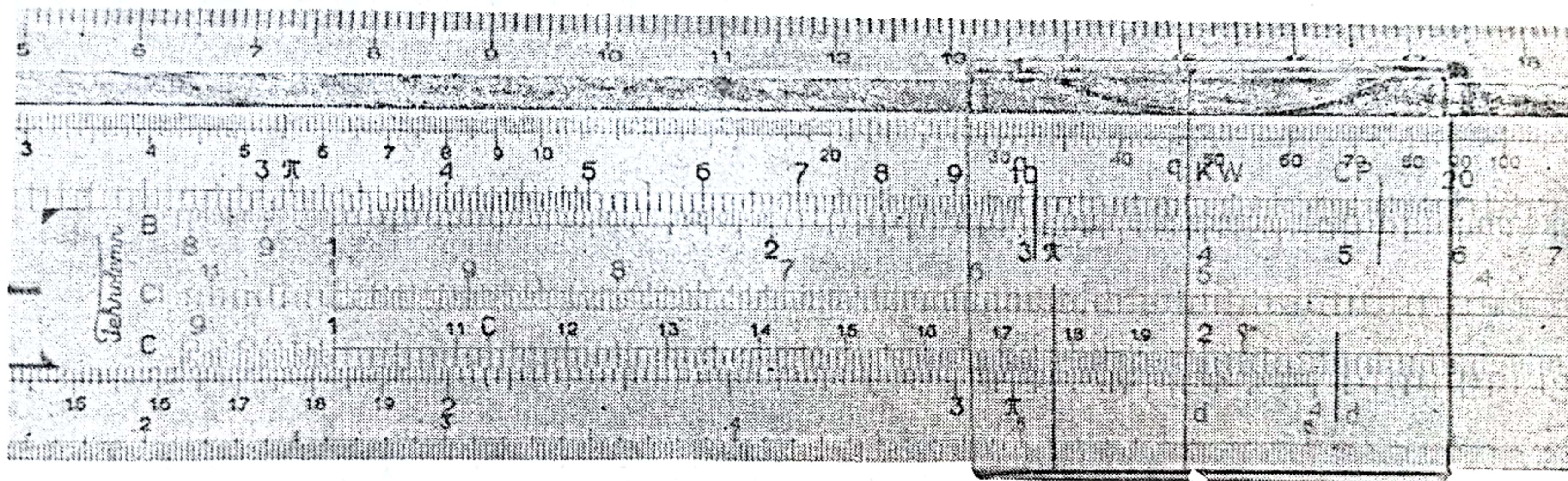


Fig. 47

3°. $d=105$ cm, $S=8660$ cm², $N=2\,n_a-2=2\times3-2=4$. Se reperează numărul 105 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului apoi se deplasează rigleta pînă ce constanta C se suprapune cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citeşte pe sub-

4°. $d=1{,}36$ m, $S=1{,}45$ m², $N=2\,n_a-1=2\times1-1=1$;

5°. $d=40$ cm, $S=1256$ cm², $N=2\,n_a=2\times2=4$;

6° $d=0{,}00695$ m, $S=0{,}000038$ m² $N=2\,n_a=2(-2)=-4$;

7°. $d=1$ m, $S=0{,}785$ m², $N=2\,n_a-2=2\times1-2=$ $=0$;

8° $d=57$ cm, $S=2550$ cm², $N=2\,n_a=2\times2=4$.

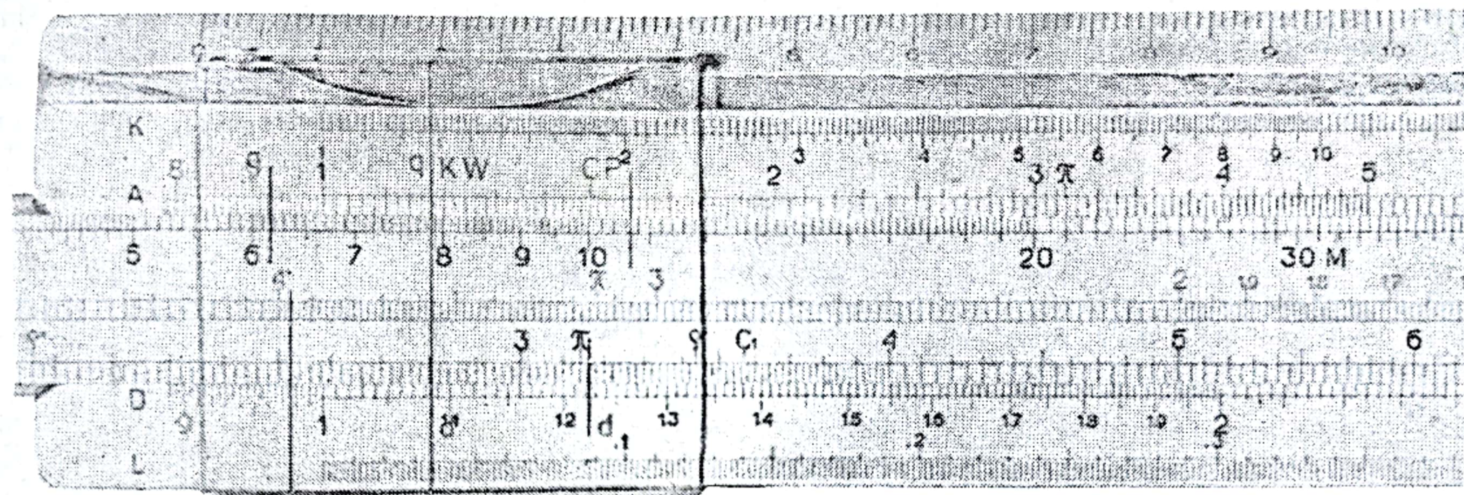


Fig. 48

2.19. Calculul diametrului d al unui cerc cînd este dată aria

Dacă se dă aria S a unui cerc oarecare, atunci pentru calculul diametrului se repereazǎ numărul S pe scara pătratelor A a riglei cu firul marcator F al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele B_1 se suprapune cu firul marcator F. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul constantei C de pe rigletă cu ajutorul firului marcator F, dacă cursorul are un singur fir. În cazul cînd cursorul are trei fire marcatoare, atunci se repereazǎ numărul S pe scara pătratelor A cu firul marcator $F=d$ şi rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F_2=d$.

Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu următoarele formule deduse din formulele (40), (41) şi (42);

$$n_a=\frac{N+1}{2}, \tag{43}$$

cînd aria S a fost reperată pe subscara A_s;

$$n_a=\frac{N}{2}, \tag{44}$$

cînd aria S a fost reperată pe subscara A_d;



$$n_a = \frac{N+2}{2}, \tag{45}$$

cînd aria S a fost reperată pe subscara A_d cu indicele B_{100}.

Aria S se repereazä pe subscara A_s sau A_d după cum ordinul de mărime al ariei este impar sau par.

Exemple de calcul. 1°. $S = 995$ cm², $d = 35{,}6$ cm, $n_a = \frac{N+1}{2} = \frac{3+1}{2} = 2$. Se repereazä numărul 995 pe subscara A_s cu firul marcator al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele B_1 se suprapune cu firul marcator $F = d$. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D de pe riglă în dreptul constantei C de pe rigletă care este egal cu 356.

Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula (43) şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 35,6 cînd cursorul are un singur fir. Dacă cursorul are trei fire, atunci se repereazä numărul 995 pe subscara A_s cu firul marcator $F = d$, iar rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F_2 = d$ care este acelaşi ca în cazul precedent.

2°. $S = 7856$ cm², $d = 99{,}8$ cm, $n_a = \frac{N}{2} = \frac{4}{2} = 2$;

3°. $S = 9200$ cm², $d = 108{,}5$ cm, $n_a = \frac{N+2}{2} = \frac{4+2}{2} = 3$;

4°. $S = 126{,}8$ cm², $d = 12{,}75$ cm, $n_a = \frac{N+1}{2} = \frac{3+1}{2} = 2$.

2.20. Logaritmi

Pentru a afla logaritmul zecimal al unui număr oarecare a, adică $b = \log a$, se foloseşte scara logaritmilor L de pe riglă. Pe această scară se citeşte mantisa logaritmilor numerelor iar caracteristica se determină cu regulile din teoria logaritmilor. Dacă numărul are mai multe cifre întregi (este supraunitar) atunci caracteristica este egală cu $n_a - 1$, iar dacă numărul este subunitar, atunci caracteristica este negativă şi egală în valoare absolută cu numărul zerourilor după virgula zecimală plus unitatea. Exemple: $\log 75{,}86 = 1{,}M$; $\log 534{,}8 = 2{,}M$; $\log 0{,}76 = \bar{1}{,}M$; $\log 0{,}00034 = \bar{4}{,}M$ etc.

Mantisa M se deduce de pe scara logaritmilor L.

Pentru a afla logaritmul unui număr a se notează în primul rînd caracteristica lui $C = n_a - 1$, apoi se repereazä numărul a pe scara numerică D a riglei cu firul marcator F al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara logaritmilor L care ne dă mantisa corespunzătoare, în dreptul firului marcator F.

Exemple de calcul. 1°. $\log 978 = 2{,}989$. Se repereazä numărul 978 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F = d$ al cursorului apoi se citeşte valoarea mantisei pe scara logaritmilor L în dreptul firului marcator şi se obţine numărul 989. Rezultatul definitiv este egal cu numărul 2,989; **2°.** $\log 0{,}375 = \bar{1}{,}578$; **3°.** $\log 45865 = 4{,}662$; **4°.** $\log 0{,}00135 = \bar{3}{,}132$; **5°.** $\log 300 = 2{,}478$; **6°.** $\log 800 = 2{,}903$.

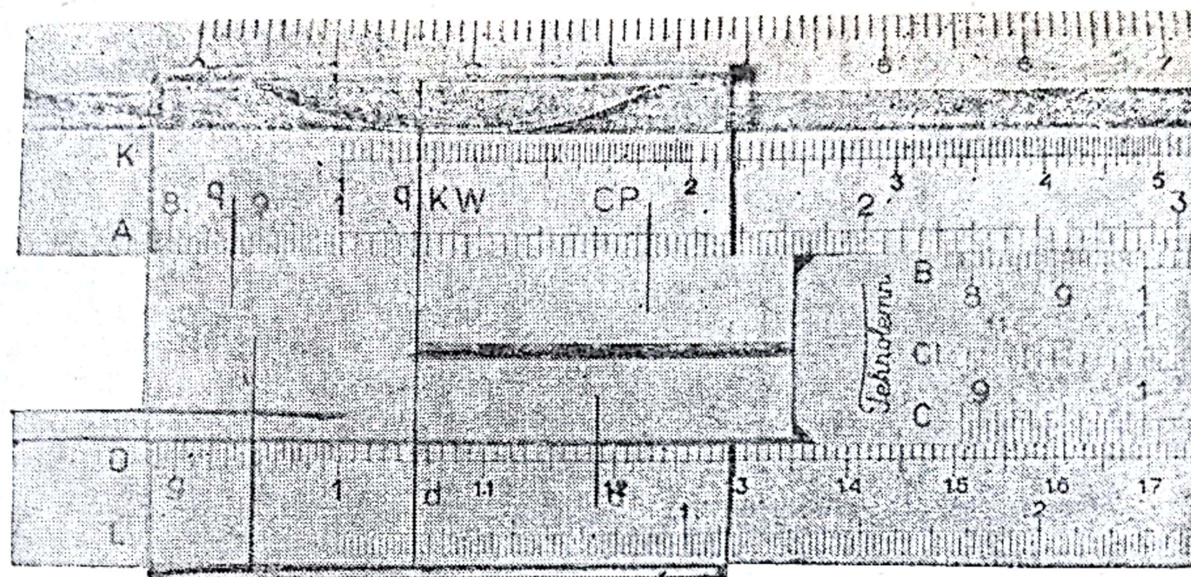


Fig. 48 a

2.21. Antilogaritmi

Se dă $b=\log a$ şi trebuie să se afle numărul a adică $a=$antilog b. Antilogaritmul unui număr se află determinînd numărul cifrelor întregi prin relaţia $n_a=C+1$, apoi se reperează mantisa M pe scara logaritmilor L cu firul marcator F a cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei.

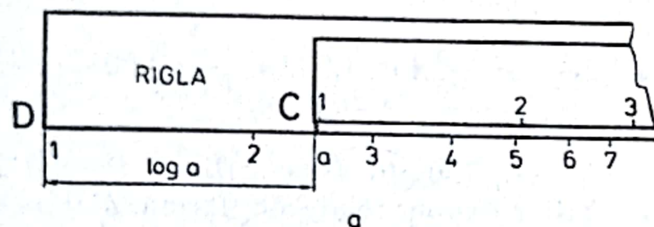
Exemple de calcul 1°. $\log a=2{,}756$, $a=572$. Se indică numărul cifrelor întregi al antilogaritmului care se deduce prin relaţia $n_a=C+1=2+1=3$. Se reperează mantisa logaritmului reprezentată prin numărul 756 pe scara logaritmilor L cu firul marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei şi se obţine numărul 572; 2°. $\log a=\overline{3}{,}365$, $a=0{,}002325$; 3°. $\log. a=3{,}855$, $a=7160$.

Cînd scara logaritmilor L este trasată pe spatele rigletei în locul scării s &t, atunci pentru a afla logaritmul unui număr a cu ajutorul scării logaritmilor L de pe spatele rigletei, se reperează a pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele C_1 se suprapune cu firul marcator (fig. 49, a).

Mantisa logaritmului se citeşte, întorcînd rigla pe spate, pe scara L de pe rigletă în dreptul reperului I.

Citirea pe scara logaritmilor se face în acest caz de la dreapta la stînga deoarece diviziunile scării L sînt trasate şi numerotate de la dreapta la stînga (fig. 50, b).

$F=d$ care este egal cu numărul 2342, iar rezultatul definitiv este egal cu numărul $2342 \cdot 10^{11}$; 2°. $b=7{,}5^5$, $\log b=5 \log 7{,}5 \times 0{,}875=4{,}375$, $b=23670$.



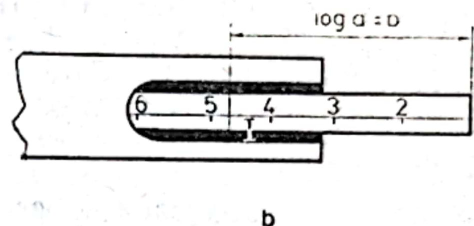


Fig. 49

2.22. Ridicarea la puterea n a unui număr

Pentru efectuarea ridicării la puterea n a unui număr oarecare a, se foloseşte proprietatea a treia a logaritmilor, adică $b=a^n$, $\log b=n \log a$ şi apoi se află antilogaritmul respectiv.

Exemple de calcul. 1°. $b=15{,}8^{12}$, $\log b=12 \log 15{,}8=12 \times 1{,}1982=14{,}370$, iar $b=2342 \cdot 10^{11}$. Se reperează numărul 158 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte pe scara logaritmilor L în dreptul firului marcator $F=d$ mantisa care este egală cu numărul 1982, iar caracteristica este egală cu 1, deci $\log 15{,}8=1{,}1982$. Se înmulţeşte numărul 1,1982 cu 12 şi se obţine numărul 14,370 care este $\log b=14{,}370$. Se află antilogaritmul prin repererea mantisei 370 pe scara logaritmilor L cu firul marcator F al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator

2.23. Extragerea rădăcinii de ordin n

Rădăcina de ordin n dintr-un număr b se calculează prin proprietatea a patra a logaritmilor, adică, $a=\sqrt[n]{b}$, $\log a=\frac{\log b}{n}$. Se reperează numărul b pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte pe scara logaritmilor L mantisa $\log b$. Se împarte $\log b$ prin numărul n care este indicele rădăcinii după regula împărţirii a două numere, apoi se află antilogaritmul.

Exemple de calcul. 1°. $a=\sqrt[6]{3458}$, $\log a=\frac{\log 3458}{6}=\frac{3{,}537}{6}=0{,}5895$; $a=3{,}88$. Se reperează numărul 3458 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se citeşte mantisa logaritmului acestui număr pe scara logaritmilor L şi se obţine

numărul 537. Logaritmul numărului 3458 este egal cu numărul 3,537 care se împarte la 6 şi se obţine numărul 0,5895. Se caută antilogaritmul din numărul 0,5895 prin reperarea lui pe scara logaritmilor L cu firul marcator $F=d$ al cursorului şi rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ care este egal cu 388. Rezultatul definitiv este egal cu numărul 3,88.

2°. $a=\sqrt[8]{0{,}0078}$, $\log a=\frac{\log 0{,}0078}{8}=\frac{\bar{3}{,}892}{8}=$

$=\frac{\bar{8}{,}892+5}{8}=\bar{1}{,}737$, $a=0{,}545$.

3°. $a=\sqrt[5]{1965}$, $\log a=\frac{\log 1965}{5}=\frac{3{,}294}{5}=$

$=0{,}6588$, $a=4{,}55$; 4°. $a=\sqrt[7]{2580}$, $\log a=\frac{\log 2580}{7}=$

$=\frac{3{,}412}{7}=0{,}487$, $a=3{,}06$.

2.24. Aplicaţiile logaritmilor

a) *Puteri fracţionare.* Dacă se calculează expresia $x=a^{\frac{b}{c}}$ unde a, b, c sînt numere întregi sau fracţionare, atunci $\log x=\frac{b}{c}\log a$.

Exemple de calcul. 1°. $x=34^{\frac{14}{5}}$, $\log x=\frac{14}{5}\log 34=$ $=\frac{14}{5}\times 1{,}532=4{,}2896$, $x=19450$; 2°. $x=0{,}032^{\frac{3}{5}}$,

$\log x=\frac{3}{5}\log 0{,}032=\frac{3}{5}\times\bar{2}{,}505=\frac{\bar{5}{,}515}{5}=\bar{1}{,}103$, $x=0{,}1275$.

b) *Ecuaţii exponenţiale.* Pentru rezolvarea ecuaţiilor exponenţiale de forma $a^x=b$ cu ajutorul riglei de calcul se aplică logaritmii respectivei ecuaţii, $x\log a=\log b$ sau $x=\frac{\log b}{\log a}$.

Exemple de calcul. 1°. $4^x=9$; $x\log 4=\log 9$, $x=$ $=\frac{\log 9}{\log 4}=\frac{0{,}954}{0{,}602}=1{,}585$; 2°. $7^x=49$; $x\log 7=\log 49$, $x=\frac{\log 49}{\log 7}=\frac{2\log 7}{\log 7}=2$; 3°. $25^x=136$, $x\log 25=$ $\log 136$, $x=\frac{\log 136}{\log 25}=\frac{2{,}133}{1{,}398}=1{,}525$.

2.25. Valorile funcţiilor trigonometrice directe

Cu rigla de calcul se pot determina valorile funcţiilor trigonometrice sin α cos α, tg α, ctg α, sec α şi cosec α pentru orice unghi din cadranul I, adică unghiul este cuprins între 0° şi 90°. Funcţiunile trigonometrice ale unui unghi oarecare pot fi calculate,

folosind rigleta unde sînt marcate gradele pentru aceste funcţiuni şi scara numerică D a riglei, precum şi relaţiile între funcţiunile trigonometrice ale unghiurilor complementare. Pentru rezolvarea acestei probleme se consideră următoarele cazuri:

a) *Unghiul* α *este cuprins între* 0° *şi* 34'. Sinusul şi tangenta unghiului α sînt egale între ele şi egale cu unghiul α în radiani, adică $\sin\alpha = \operatorname{tg}\alpha = \frac{\pi\alpha^\circ}{64800} = \frac{\alpha''}{\rho''}$.

Valoarea lui $\rho''=206265$ este trasată pe scara numerică D a riglei şi pe scara numerică C a rigletei. Dacă unghiul α se măsoară în secunde atunci formula de calcul este dată de relaţia (46):

$$\sin\alpha = \operatorname{tg}\alpha = \frac{\pi\alpha^\circ}{648000} = \frac{\alpha''}{\rho''}. \tag{46}$$

Dacă unghiul α se măsoară în minute, atunci formula de calcul este dată de formula (47):

$$\sin\alpha = \operatorname{tg}\alpha = \frac{\pi\,\alpha^\circ}{10800} = \frac{\alpha'}{\rho'}. \tag{47}$$

Valoarea lui ρ' este egală cu numărul 3437 şi este trasată pe scara numerică C a rigletei.

Exemple de calcul. 1°. $\sin 1'55'' = \operatorname{tg} 1'55'' = \frac{115''}{\rho''} = 0{,}000557$; 2°. $\sin 2'25'' = \operatorname{tg} 2'25'' = \frac{145''}{\rho''}$ 0,000703; 3°. $\sin 32'45'' = \operatorname{tg} 32'45'' = \frac{1965''}{\rho''} = 0{,}00953$; 4°. $\sin 25' = \operatorname{tg} 25' = \frac{25'}{\rho'} = 0{,}00726$; 5°. $\sin 30' = \operatorname{tg} 30' = \frac{30'}{\rho'} = 0{,}00873$; 6°. $\sin 18' = \operatorname{tg} 18' = \frac{18'}{\rho'} = 0{,}00524$.

b) *Unghiul* α *este cuprins între* 34' *şi* 5°44'. În acest caz funcţia $\sin\alpha$ este egală cu funcţia $\operatorname{tg}\alpha$ pentru orice unghi din intervalul de mai sus şi valorile acestor funcţii se determină folosind scara s&t de pe rigletă şi scara numerică C de pe rigletă. Pentru aflarea valorii funcţiunii trigonometrice $\sin\alpha$ sau $\operatorname{tg}\alpha$ pentru un unghi oarecare cuprins între 34' şi 5°44' se reperează unghiul respectiv pe scara s&t în dreptul reperului *II* din scobitura din dreapta de pe spatele riglei, apoi se citeşte pe scara numerică C a rigletei în dreptul indicelui D_{10} al riglei, valoarea lui $\sin\alpha$ este egală cu $\operatorname{tg}\alpha$.

Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 0,01 şi 0,1.

Exemple de calcul. 1°. $\sin 3°45' = \operatorname{tg} 3°45' = 0{,}0655$ (fig. 50, *a*, *b*), se reperează unghiul de 3°45' pe scara s&t cu reperul *II* din scobitura din dreapta de pe spatele riglei, apoi se citeşte rezultatul, prin întoarcerea riglei, pe scara numerică C a rigletei în dreptul indicelui D_{10} al riglei şi se obţine numărul 655. Ordinul de mărime al rezultatului fiind cuprins între 0,01 şi 0,1 rezultatul definitiv care este egal cu numărul 0,0655; 2°. $\sin 4°36' = \operatorname{tg} 4°36' = 0{,}08025$; 3°. $\sin 5°30' = \operatorname{tg} 5°30' = 0{,}0958$; 4°. $\sin 2°18' = \operatorname{tg} 2°18' = 0{,}0401$; 5°. $\sin 1°48' = \operatorname{tg} 1°48' = 0{,}0314$.

c) *Unghiul* α *este cuprins între* 5°44' *şi* 90°. În acest interval valoarea funcţiunii $\sin\alpha$ se calculează cu ajutorul scării sin de pe rigletă şi a scării numerice C a rigletei în felul următor: Se reperează unghiul α pe scara sin în dreptul reperului *I* din scobitura din dreapta de pe spatele riglei, apoi se citeşte valoarea funcţiunii

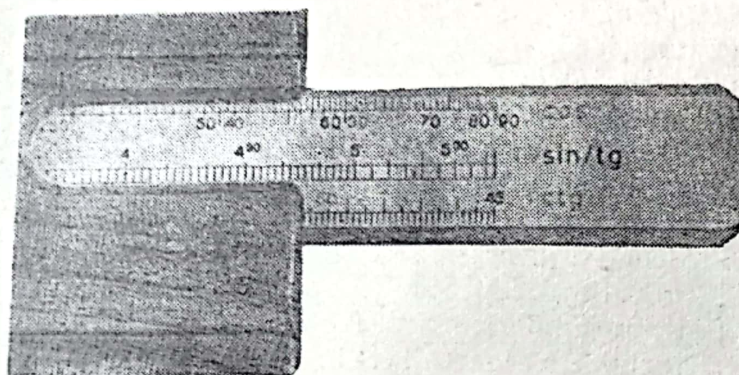


Fig. 50 a

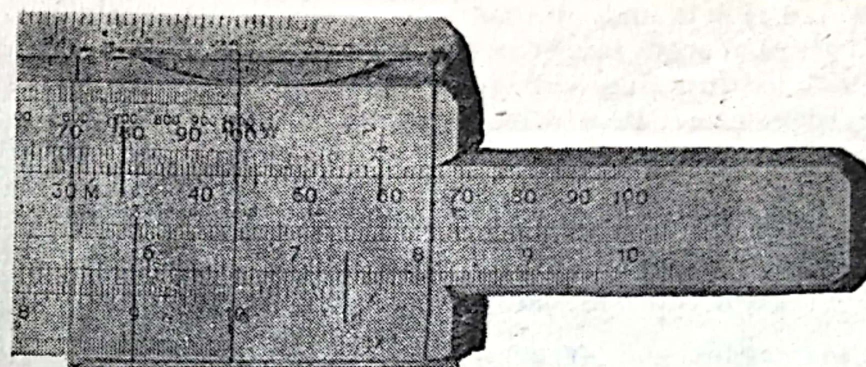


Fig. 50 b

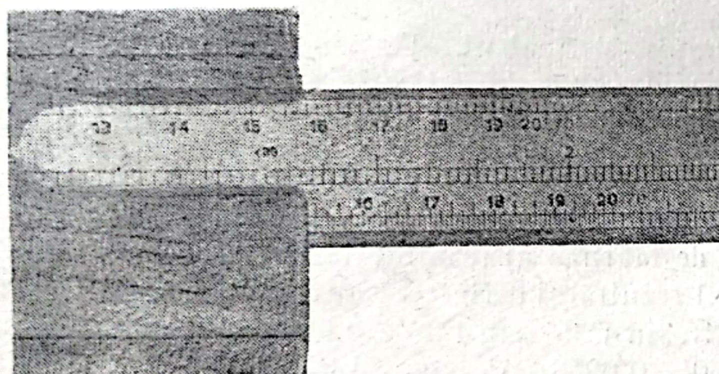


Fig. 51 a

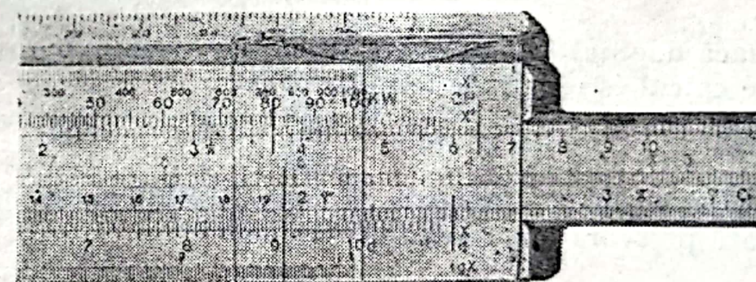


Fig. 51 b

sin α pe scara numerică C a rigletei, cu rigla întoarsă, în dreptul indicelui D_{10}. Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 0,1 şi 1.

Exemple de calcul. 1°. sin 12°25′=0,215 (fig. 51 *a*, *b*). Se reperează unghiul de 12°25′ pe scara sin cu reperul *I* din scobitura din dreapta de pe spatele riglei, apoi se întoarce rigla şi se citeşte rezultatul pe scara numerică C a rigletei în dreptul indicelui D_{10} de pe riglă, care este egal cu 215. Ordinul de mărime al rezultatului fiind cuprins între 0,1 şi 1 el este egal cu 0,215; 2°. sin 60°=0,866; 3°. sin 30°=0,500; 4°. sin 26°40′=0,449; 5°. sin 72°10′=0,955; 6°. sin 45°30′==0,714; 7°. sin 50°=0,766 etc.

d) *Calculul funcţiunii trigonometrice tg α pentru unghiul cuprins între* 5°44′ *şi* 45°. În acest caz se foloseşte scara tg de pe rigletă reperînd valoarea unghiului α pe scara tg cu reperul *III* din scobitura din stînga de pe spatele riglei, apoi se citeşte valoarea funcţiunii tg α pe scara numerică *C* a rigletei în dreptul indicelui D_1 a riglei întoarse.

Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 0,1 şi 1.

Exemple de calcul. 1°. tg 18°20′=0,332 (fig. 52 *a*, *b*). Se reperează unghiul de 18°20′ pe scara tg cu rigla întoarsă şi cu reperul *III* apoi se întoarce rigla şi se citeşte rezultatul pe scara numerică *C* a rigletei în dreptul indicelui D_1 de pe riglă care este egal cu numărul 332. Ordinul de mărime fiind cuprins între 0,1 şi 1, rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,332;

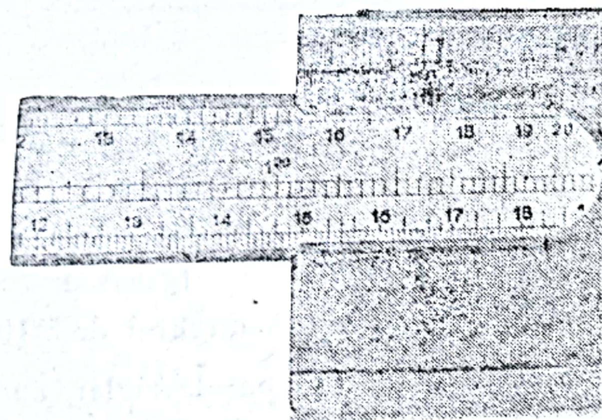


Fig. 52 a

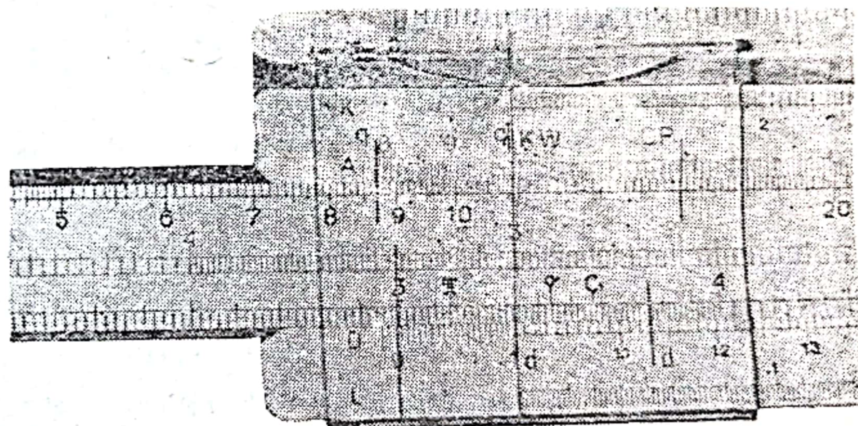


Fig. 52 b

2°. tg 40°=0,839; 3°. tg 35°40′=0,716; 4°. tg 30°==0,576 etc.

e) *Calculul funcţiunii tg α cînd unghiul este cuprins între* 45° *şi* 84°16′. Pentru a determina valoarea tangentei unui unghi mai mare decît 45° se foloseşte relaţia (48).

$$\text{tg}\ \alpha = \frac{1}{\text{tg}\ (90° - \alpha)}. \qquad (48)$$

Pentru calculul respectiv, se reperează unghiul (90°−α) pe scara tg de pe rigletă în dreptul reperului *III* de pe spatele riglei şi apoi se citeşte valoarea funcţiei tg α pe scara numerică *D* a riglei în dreptul indicelui C_{10} al rigletei. Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 1 şi 10.

Exemple de calcul. 1°. $\operatorname{tg} 56°30' = \frac{1}{\operatorname{tg}(90°-56°30')} = \frac{1}{\operatorname{tg} 33°30'} = 0{,}515$ (fig. 53 *a*, *b*). Se reperează unghiul

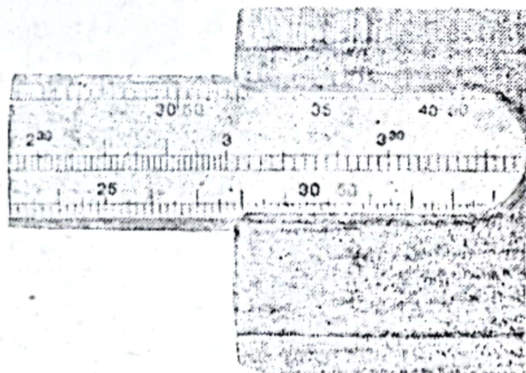


Fig. 53 a

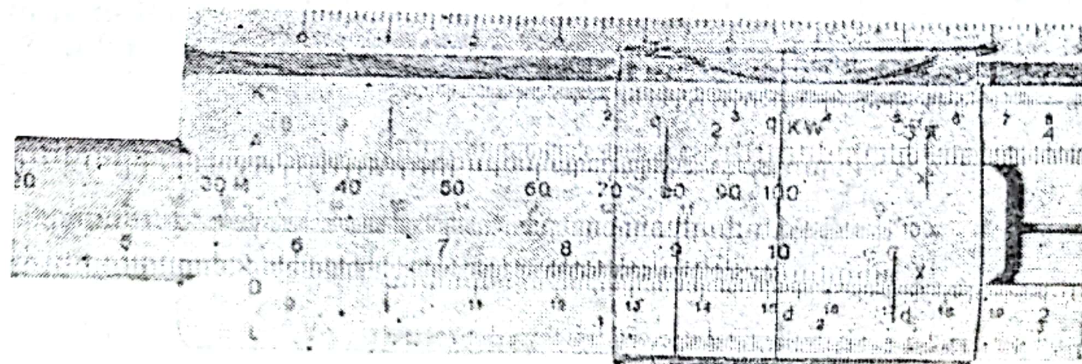


Fig. 53 b

complimentar lui 56°30′ adică 33°30′ pe scara tg a rigletei în dreptul reperului *III*, de pe spatele riglei, apoi se întoarce rigla și se citește rezultatul pe scara numerică *D* a riglei în dreptul indicelui C_{10} de pe rigletă, care este egal cu numărul 1515. Ordinul de mărime al rezultatului fiind cuprins între 1 și 10, rezultatul definitiv este egal cu numărul 1,515; 2°. $\operatorname{tg} 60° = \frac{1}{\operatorname{tg}(90°-60°)} = \frac{1}{\operatorname{tg} 30°} = 1{,}735$; 3°. $\operatorname{tg} 80°30' = \frac{1}{\operatorname{tg}(90°-80°230')} = \frac{1}{\operatorname{tg} 9°30'} = 5{,}970$; 4°. $\operatorname{tg} 75°20' = \frac{1}{\operatorname{tg}(90°-75°20')} = \frac{1}{\operatorname{tg} 14°40'} = 3{,}815$.

f) *Calculul funcțiunii tg α cînd unghiul este cuprins între 84°16′ și 89°26′.* În acest caz se determină valoarea tangentei cu ajutorul formulei (48), dar se reperează unghiul $90°-\alpha$ pe scara s&t în dreptul reperului *II* de pe spatele riglei și se citește valoarea lui tg α pe scara numerică *D* a riglei în dreptul indicelui C_{10} de pe rigletă. Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 10 și 100.

Exemple de calcul. 1°. $\operatorname{tg} 84°50' = \frac{1}{\operatorname{tg}(90°-84°50')} = \frac{1}{\operatorname{tg} 5°10'} = 11{,}09$. Se reperează unghiul de 5°10′ pe scara s&t cu reperul *II* de pe spatele riglei, apoi se citește, după întoarcerea riglei, pe scara numerică *D* a riglei în dreptul indicelui C_1 al rigletei, iar valoarea rezultatului este egală cu numărul 1109. Ordinul de mărime al rezultatului fiind cuprins între 10 și 100, atunci rezultatul definitiv este egal cu numărul 11,09; 2°. $\operatorname{tg} 85° = \frac{1}{\operatorname{tg}(90°-85')} = \frac{1}{\operatorname{tg} 5°} = 11{,}46$;

3°. $\operatorname{tg} 88°40' = \frac{1}{\operatorname{tg}(90° - 88°40')} = \frac{1}{\operatorname{tg} 1°20'} = 42{,}9.$

4°. $\operatorname{tg} 85°30' = \frac{1}{\operatorname{tg}(90° - 85°30')} = \frac{1}{\operatorname{tg} 4°30'} = 12{,}75$ etc.

g) *Calculul funcţiunii tg α cînd unghiul este cuprins între 89°26′ şi 90°.* Pentru acest caz se foloseşte formula (48) iar calculul se execută în felul următor: dacă unghiul 90°—α se exprimă în secunde, atunci valoarea lui tg α se obţine prin formula (49):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\rho''}{(90° - \alpha)''}. \tag{49}$$

Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 100 şi ∞.

Exemple de calcul. 1°. $\operatorname{tg} 89°43'36'' = \frac{1}{\operatorname{tg}(90° - 89°43'36'')} = \frac{1}{\operatorname{tg} 16'24''} = \frac{1}{\operatorname{tg} 984''} = \frac{\rho''}{984''} = 209{,}2$; 2°. $\operatorname{tg} 89°57'35'' = \frac{1}{\operatorname{tg}(90° - 89°57'35'')} = \frac{1}{\operatorname{tg} 2'25''} = \frac{\rho''}{145''} = 1421.$

Dacă unghiul 90°—α se exprimă în minute, atunci tg α se calculează cu formula (50).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\rho'}{(90° - \alpha)'}. \tag{50}$$

Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 100 şi ∞.

Exemple de calcul. 1°. $\operatorname{tg} 89°30' = \frac{1}{\operatorname{tg}(90° - 89°30')} = \frac{1}{\operatorname{tg} 30'} = \frac{\rho'}{30'} = 114{,}9.$ 2°. $\operatorname{tg} 89°50' = \frac{1}{\operatorname{tg}(90° - 89°50')} = \frac{1}{\operatorname{tg} 10'} = \frac{\rho'}{10'} = 343{,}7$;
3°. $\operatorname{tg} 89°25' = \frac{1}{\operatorname{tg} 35'} = \frac{\rho'}{35'} = 98{,}3$ etc.

h) *Calculul funcţiunilor trigonometrice* cos α. Pentru a calcula valoarea funcţiunii trigonometrice cos α se ţine seama de relaţia cos α=sin (90°—α) în continuare se procedează identic ca la funcţiunea sin α.

Dacă rigla de calcul are trasată pe rigletă în locul scării s&t scara *L*, atunci diviziunile scării s&t sînt trasate pe scara sin avînd culoarea roşie. Uneori, se indică pe lîngă valorile unghiului α şi valorile unghiului complimentar 90°—α avînd culoarea roşie. Numărul din stînga reprezintă unghiul α, iar numărul din dreapta reprezintă unghiul 90°—α, dacă diviziunile au aceeaşi culoare.

Ordinul de mărime a funcţiunii cos α se determină după cum urmează: *cazul I*. Pentru unghiuri cuprinse între 0° şi 84°16′ cos α are valorile cuprinse între 1 şi 0,1;

cazul II. Pentru unghiuri cuprinse între 84°16′ şi 89° 26′ cos α are valorile cuprinse între 0,1 şi 0.01;

cazul III. Pentru unghiuri cuprinse între 89°26′ şi 90° cos α are valorile cuprinse între 0,01 şi 0.

Exemple de calcul. 1°. cos 60°=sin (90°—60°)= =sin 30°=0,500; 2°. cos 36°40′=sin(90°—36°40′)=

$=\sin 53°20'=0{,}803$; 3°. $\cos 15°30'=\sin(90-15°30')=$ $=\sin 74°30'=0{,}963$ etc.

i) *Calculul funcţiunii trigonometrice* ctg α. Pentru calculul acestei funcţiuni trigonometrice a unui unghi oarecare α se va folosi relaţia (51) a unghiurilor complimentare.

(51) $$\operatorname{ctg} \alpha=\operatorname{tg}(90°-\alpha).$$

Pentru determinarea funcţiunii trigonometrice a cotangentei unui unghi oarecare α, se va calcula valoarea funcţiunii trigonometrice a tangentei unghiului complimentar $90°-\alpha$.

Exemple de calcul. 1°. $\operatorname{ctg} 76°34'=\operatorname{tg}(90°-76°34')=\operatorname{tg} 23°26'=0{,}434$; 2°. $\operatorname{ctg} 24°35'=\operatorname{tg}(90°-24°35')=\operatorname{tg} 65°25'=2{,}181$; 3°. $\operatorname{ctg} 54°30'=\operatorname{tg}(90°-54°30')=\operatorname{tg} 35°30'=0{,}7125$ etc.

2.26. Calculul funcţiunilor trigonometrice inverse

Pentru determinarea unghiului α cînd se cunoaşte valoarea funcţiunii trigonometrice respective se reperează pe scara numerică C a rigletei sau pe scara numerică D a riglei, valoarea dată a funcţiunii respective cu indicii D_{10}, D_1 sau C_{10} de pe riglă sau rigletă. Rezultatul se citeşte pe scările trigonotrmeice respective, valoarea unghiului în dreptul reperelor *I*, *II*, *III*, din scobiturile de pe spatele riglei; în aceste calcule se ivesc următoarele cazuri:

Cazul I. Citirea rezultatului unghiului α se face pe scara s&t, cînd valoarea lui $\sin \alpha$ şi $\operatorname{tg} \alpha$ variază între 0,01 şi 0,1.

Exemple de calcul. 1°. $\sin \alpha=\operatorname{tg} \alpha=0{,}0734$, $\alpha=4°12'$. Se reperează numărul 734 pe scara numerică C a rigletei cu indicele D_{10}, (fig. 54, *a* şi *b*), apoi se citeşte

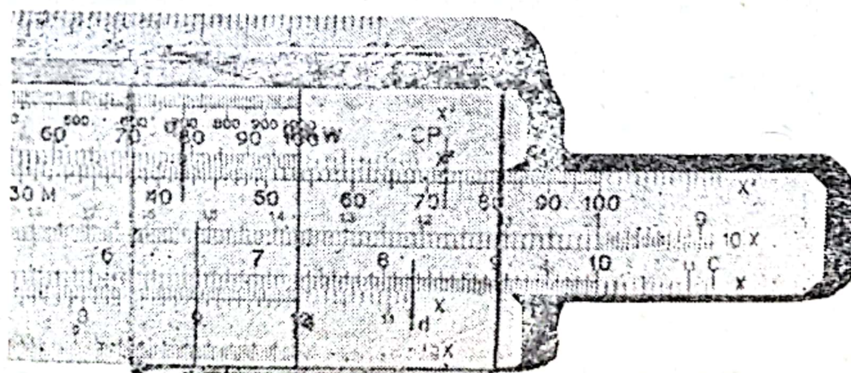


Fig. 54 a

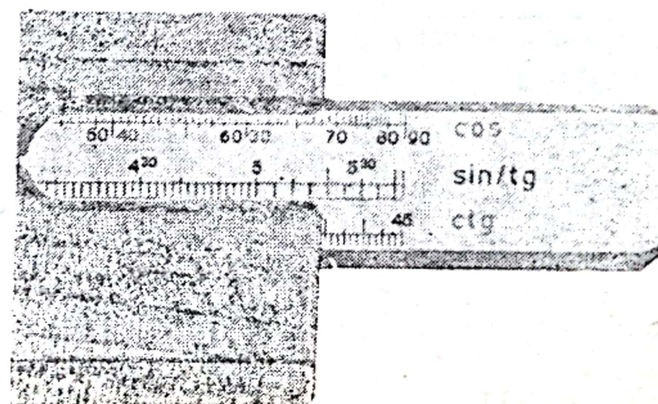


Fig. 54 b

valoarea unghiului α pe scara s&t în dreptul reperului *II* a riglei întoarsă şi care unghi este egal cu 4°12′; 2°. sin α=tg α=0,0156, α=53′30″; 3°. sin α= =tg α=0,0845, α=4°50′; 4°. sin α=tg α=0,093; α=5°20′; 5°. sin α=tg α=0,0436, α=2°30′.

Cazul II. Citirea rezultatului unghiului α se face pe scara sin, iar valoarea funcţiunii sin α este cuprinsă între 0,1 şi 1.

Exemple de calcul. 1°. sin α=0,256, α=14°50′ (fig. 55, *a* şi *b*). Se reperează numărul 256 pe scara numerică *C* a rigletei cu indicele D_{10} de pe riglă, apoi

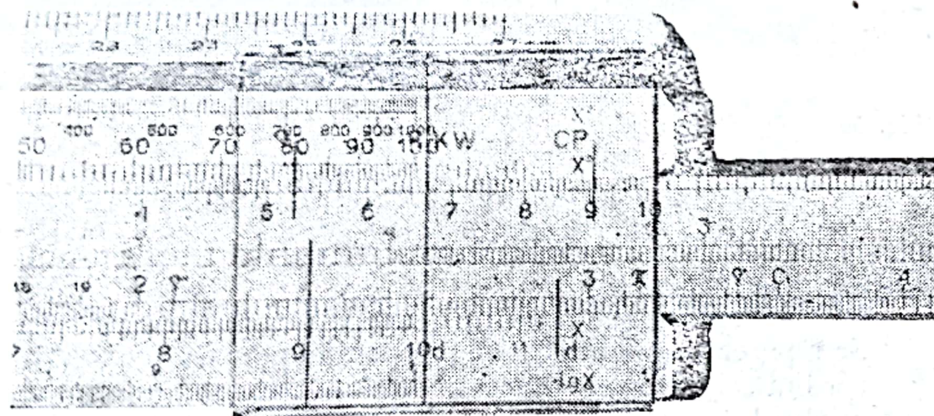


Fig. 55 a

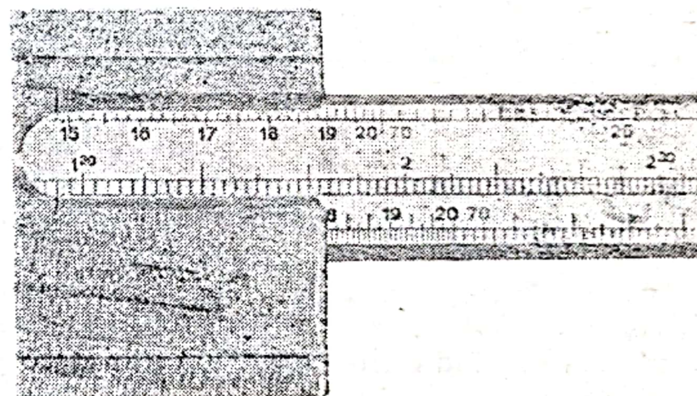


Fig. 55 b

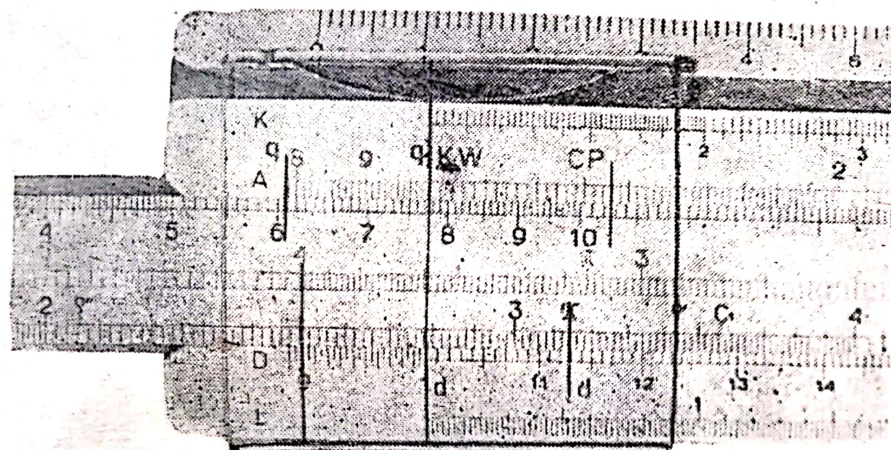
se citeşte rezultatul pe scara sin în dreptul reperului *I* din scobitura din dreapta sus de pe spatele riglei şi se obţine unghiul α=14°50′; 2°. sin α=0,785, α=51°50′; 3°. sin α=0,436; α=25°55′; 4°. sin α=0,895, α=64°30′; 5°. sin α=0,705, α=45°.

Cazul III. Citirea rezultatului unghiului α se face pe scara tg, cînd valoarea lui tg α este cuprinsă între 0,1 şi 1, adică tg $\alpha<1$ şi unghiul $\alpha<45°$.

Exemple de calcul. 1°. tg α=0,278, α=15°32′ (fig. 56, *a*, *b*). Se reperează numărul 278 pe scara numerică *C* a rigletei cu indicele D_1 de pe riglă, apoi se citeşte rezultatul unghiului α pe scara tg în dreptul reperului *III* de pe spatele riglei şi se obţine α=15°32′; 2°. tg α=0,548, α=28°45′; 3°. tg α=0,859, α=40°40′; 4°. tg α=0,758, α=37°10′; tg α=0,456, α=24°30′.

Cazul IV. Citirea rezultatului unghiului α se face pe scara tg cînd valoarea lui tg α este cuprinsă între 1 şi 10, adică tg $\alpha>1$ şi $\alpha>45°$.

Exemple de calcul. 1°. tg $\alpha=1{,}276$, $\alpha=90°-38°10'=51°50'$ (fig. 57, *a*, *b*). Se reperează numărul 1276 pe scara numerică D a riglei cu indicele C_{10} de pe rigletă, apoi se citește rezultatul pe scara tg în egal cu $52°30'$ iar $\alpha=90°-52°30'=37°30'$; 2°. cos $\alpha=0{,}365$, $\alpha=90°-21°25'=68°35'$; 3°. cos $\alpha=0{,}176$, $\alpha=90°-10°10'=79°50'$; 4°. cos $\alpha=0{,}956$, $\alpha=90°-73°20'=16°40'$.



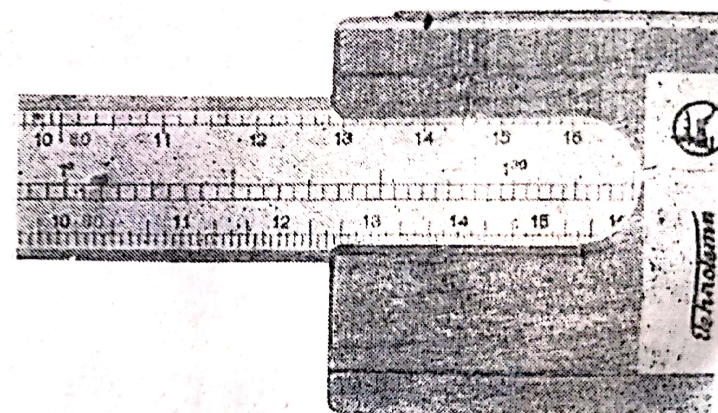


Fig. 56

dreptul reperului *III* de pe spatele riglei, valoarea unghiului complimentar de $38°10'$ iar unghiul $\alpha=90°-38°10'=51°50'$; 2°. tg $\alpha=2{,}765$, $\alpha=90°-19°50'=70°10'$; 3°. tg $\alpha=2135$; $\alpha=90°-25°10'=64°50'$; 4°. tg $\alpha=3{,}564$, $\alpha=90°-15°40'=74°20'$.

Cazul V. Cînd citirea unghiului α se face pe scara sin.

Exemple de calcul. 1°. cos $\alpha=0{,}795$, $\alpha=90°-52°30'=37°30'$. Se reperează numărul 795 pe scara numerică C a rigletei cu indicele D_{10} de pe riglă, apoi se citește rezultatul unghiului complimentar pe scara sin în dreptul reperului *I* de pe spatele riglei care este

Cazul VI. Cînd citirea unghiului α se face pe scara tg și funcția ctg α variază între ∞ și 1.

Exemple de calcul. 1°. ctg $\alpha=2{,}765$, $\alpha=19°50'$. Se reperează numărul 2765 pe scara numerică D a riglei cu indicele C_{10} al rigletei, apoi se citește rezultatul unghiului α pe scara tg în dreptul reperului *III* de pe spatele riglei și se obține $\alpha=19°50'$; 2°. ctg $\alpha=3{,}564$, $\alpha=15°40'$; 3°. ctg $\alpha=1{,}286$, $\alpha=37°50'$; 4°. ctg $\alpha=2{,}135$, $\alpha=25°10'$.

Cazul VII. Cînd citirea unghiului α se face pe scara tg și funcția ctg α variază între 1 și 0.

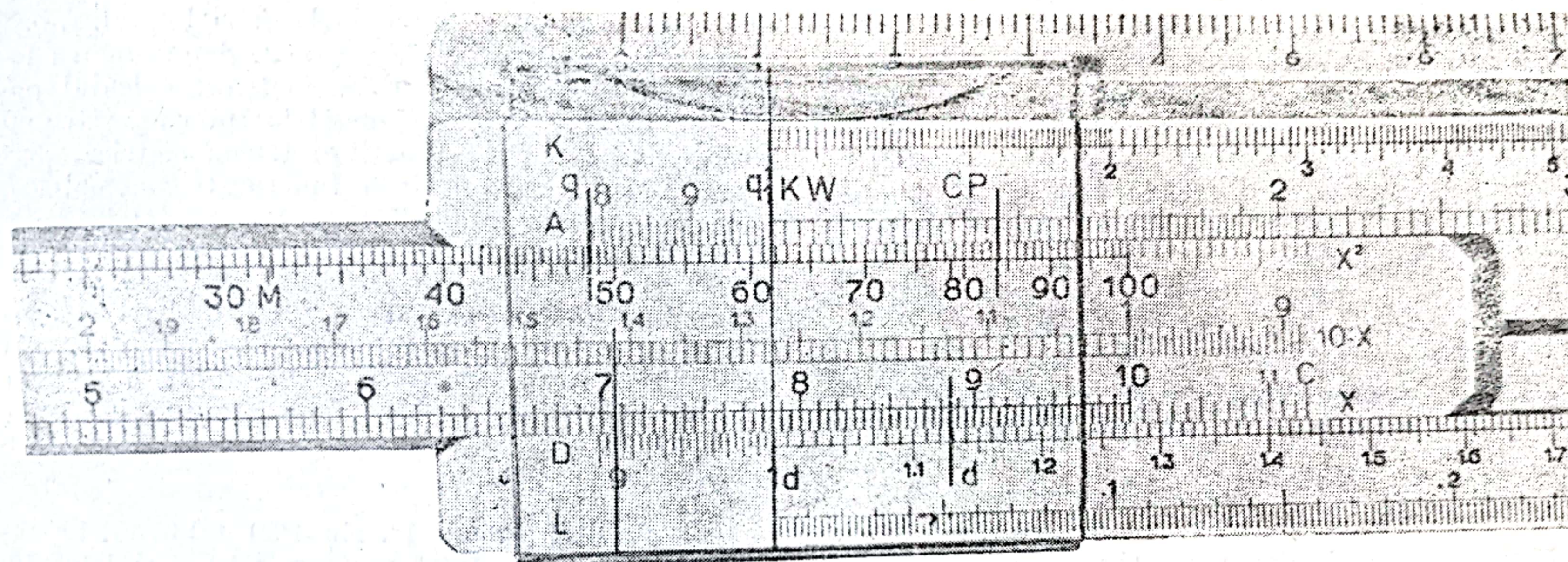


Fig. 57 a

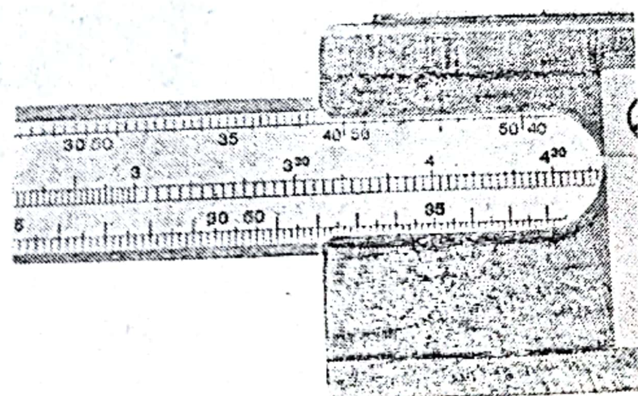


Fig. 57 b

Exemple de calcul. 1°. ctg $\alpha=0{,}548$, $\alpha=90°-28°45'=61°15'$. Se repereazǎ numărul 548 pe scara numerică *C* a rigletei cu indicele D_1 de pe riglă, apoi se citește rezultatul unghiului α pe scara tg în dreptul reperului *III* de pe spatele riglei care este egal cu 28°45′ și unghiul $\alpha=90°-28°45'=61°15'$; **2°**. ctg $\alpha=0{,}859$, $\alpha=90°-40°40'=49°20'$. **3°**. ctg $\alpha=0{,}275$, $\alpha=90°-15°20'=74°40'$.

2.27. Calculul funcțiunilor trigonometrice cu rigleta întoarsă cu scările sin, s&t și tg

Întorcînd rigleta cu scările sin, s&t și tg de aceeași parte cu scările riglei (fig. 58) se poate determina valorile funcțiunilor trigonometrice cu o mai mare precizie fără a întoarce mereu rigla și rigleta. În plus, se pot efectua următoarele operații: determinarea logaritmului funcțiunilor trigonometrice, calculul pătratului funcțiunilor trigonometrice precum și cubul lor, produsul a două funcțiuni trigonometrice, produsul dintr-un număr și o funcție trigonometrică, cîtul dintr-un număr și o funcție trigonometrică, precum și alte calcule.

a) *Calculul funcției* sin α. Pentru determinarea valorii lui sin α se repereazǎ pe scara s&t sau sin unghiul α cu firul marcator *F* al cursorului, după cum unghiul $\alpha<5°44'$ sau $\alpha>5°44'$, apoi se citește pe scara numerică *D* a riglei valoarea lui sin α, respectînd regulile de mai sus.

Exemple de calcul. 1°. sin $4°30'=0{,}0785$. Se repereazǎ unghiul de 4°30′ pe scara s&t a rigletei întoarse, cu firul marcator *F* al cursorului, apoi se citește rezultatul pe scara numerică *D* a riglei în dreptul

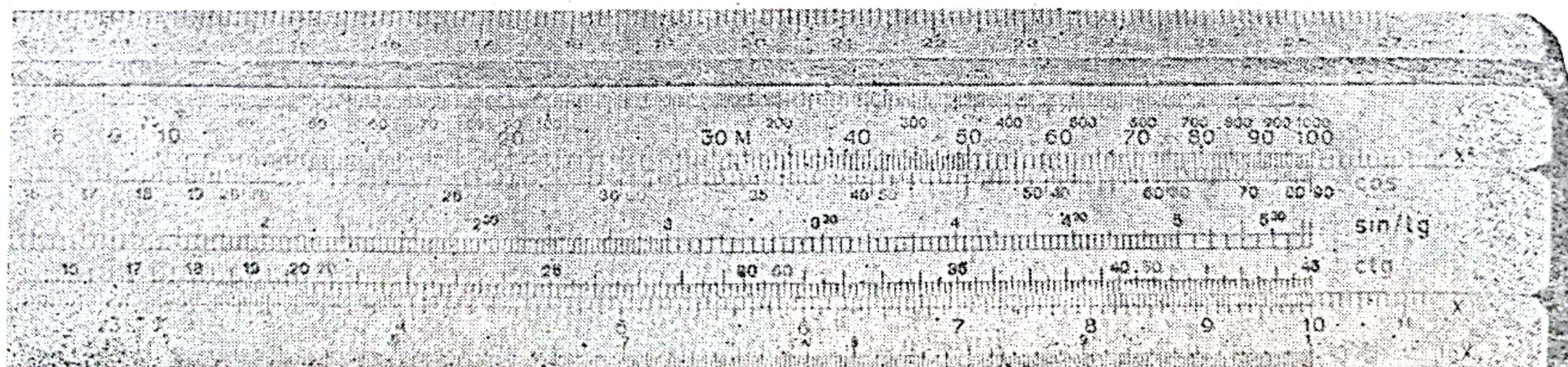


Fig. 58

firului marcator care este egal cu numărul 785 (fig. 58, *a*).

Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 0,01 şi 0,1. Rezultatul definitiv al funcţiunii sin α: sin 4°30′=0,0785; **2°.** sin 35°40′=0,582. Se reperează unghiul de 35°40′ pe scara sin, rezultatul se citeşte pe scara numerică *D* a riglei în dreptul firului marcator şi se obţine numărul 582 (fig. 58, *b*).

Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 0,1 şi 1 iar rezultatul definitiv este egal cu 0,582; **3°.** sin 65°30′=0,909; **4°.** sin 58°40′=0,855; **5°.** cos 45°30′=sin (90°−45°30′)=sin 44°30′=0,702; **6°.** cos. 32°40′=sin (90°−32°40′)=sin 57°20′=0,839.

b) *Calculul funcţiei trigonometrice tg α pentru unghiuri cuprinse între 34′ şi 45°.* Pentru calculul valorii lui tg α se reperează unghiul α pe scara s&t sau tg cu firul marcator *F*, apoi se citeşte valoarea funcţiei tg α în dreptul firului marcator *F* pe scara numerică *D* a riglei, respectînd regulele de mai sus.

Exemple de calcul. 1°. tg 2°45′=0,0479. Se reperează unghiul de 2°45′ pe scara s&t (fig. 59, *c*) cu firul marcator *F*, apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică *D* a riglei care este egal cu numărul 479. Ordinul de mărime al tg α în intervalul 34′−5°44′ este cuprins între 0,01 şi 0,1, deci rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,0479; **2°.** tg 42°20′=0,909; **3°.** tg 18°55′=0,342; **4°.** tg 34°40′=0,691.

Valoarea tangentei pentru unghiuri mai mari decît 45° nu se poate calcula cu rigleta întoarsă şi nici nu se pot calcula valorile lui ctg α.

c) *Alte operaţii la rigla cu rigleta întoarsă.* Cu rigleta întoarsă se pot efectua următoarele operaţii: logaritmii funcţiunilor trigonometrice, pătratul şi cubul acestor funcţiuni etc.

Exemple de calcul. 1°. α=40°, sin 40°=0,6425, log sin 40°=$\overline{1}$,808, sin²40°=0,415, sin³40°=0,265. Se reperează unghiul de 40° pe scara sin cu firul marcator *F* al cursorului, apoi se citesc pe scările *D*, *L*, *A* şi *K*, valorile corespunzătoare în dreptul firului marcator *F*=*d*. Ordinul de mărime ale acestor rezultate se obţine prin formulele cunoscute din capitolele anterioare; **2°.** α=2°17′30″. Se reperează acest unghi pe scara s&t cu firul marcator *F*=*d* al cursorului, apoi se citeşte în dreptul firului marcator *F*=*d* valorile:

pe scara *D*: sin 2°17′30″=tg 2°17′30″=0,04;
„ „ *L*: log sin 2°17′30″=log tg 2°17′30″=$\overline{2}$,602;
„ „ *A*: sin² 2°17′30″=tg² 2°17′30″=0,0016;
„ „ *K*: sin³ 2°17′30″=tg³ 2°17′30″=0,000064;

3°. α=24°25′. Se reperează pe scara tg unghiul de 24°25′ cu firul marcator *F*=*d* şi se citeşte în dreptul lui valorile:

pe scara *D*: tg 24°25′=0,454; pe scara *L*: log tg 24°25′=1,657;
pe scara *Ad*: tg² 24°25′= 0,206; pe scara K_2 tg³ 24°25′=0,0935.

d) *Calculul produsului a două funcţii trigonometrice.* Pentru a se calcula produsul a două funcţii trigonometrice de ex. sin α sin β. Se reperează unghiul α pe scara sin cu firul marcator *F*, apoi se deplasează rigleta spre stînga sau spre dreapta astfel încît în-

dicele C_{10} sau C_1 să se suprapună cu firul marcator. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator $F=d$ reperează unghiul β pe scara sin. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$.

Exemple de calcul. 1°. sin 18° sin 20°=0,1054. Se reperează pe scara sin unghiul de 18° cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta spre stînga pînă ce indicele C_{10} se suprapune cu firul marcator. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator $F=d$ reperează unghiul de 20°. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ şi care este egal cu 1054. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formula $N=n_a+n_b=0+0=0$ şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,1054; 2°. sin 25° sin 3°40′=0,0272, $N=n_a+n_b=0+(-1)=-1$; 3°. sin 50° cos 65°=sin 50° sin 25°=0,324, $N=n_a+n_b=0+0=0$; 4°. sin 40° cos 64°=sin 40° sin 26°=0,282, $N=n_a+n_b=0+0=0$; 5°. sin 32° cos 56°=sin 32° sin 34°=0,2963, $N=n_a+n_b=0+0=0$; 6°. sin 30° tg 30°=0,2875, $N=n_a+n_b=0+0=0$; 7°. cos 56° tg 40°=sin 34° tg 40=0,469, $N=n_a+n_b=0+0=0$.

2.28. Înmulţirea unui număr a cu o funcţie trigonometrică

Pentru a înmulţi un număr cu o funcţie trigonometrică de forma: a sin α, a cos α, a tg α şi a ctg α, se reperează numărul a pe scara numerică D a riglei cu indicele C_{10} sau C_1 de pe rigleta întoarsă cu scările sin, s&t şi tg în sus, apoi se reperează unghiul α pe una din scările trigonometrice cu firul marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$.

Exemple de calcul: a) $b=a$ sin sau a cos α. 1°. $b=68$ sin 36°20′=40,4, $N=n_a+n_b=2+0=2$. Se reperează numărul 68 pe scara numerică D a riglei cu indicele C_{10} de pe rigletă, apoi se reperează unghiul de 36°20′ pe scara sin cu firul marcator $F=d$ al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ care este egal cu numărul 404. Ordinul de mărime se obţine cu aceeaşi formulă de la înmulţirea a două numere şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 40,4; 2°. $b=125$ cos 56°25′=125 sin 33°35′=68,9 ,$N:n+n_a+n_b-1=3+0-1=2$; 3°. $b=45$ sin 30°=22,5, $N=n_a+n_b=2+0=2$; 4°. $b=176$ sin 5°20′=16,45, $N=n_a+n_b=3+(-1)=2$; 5°. $b=356$ cos 38°40′=356 sin 51°20′=278, $N=n_a+n_b=3+0=3$.

b) $b=a$ tg α *pentru unghiuri mai mici decît 45°*. Pentru a se calcula produsul dintr-un număr şi tangenta unghiurilor cuprinse între 34′ şi 45°, se reperează numărul a pe scara numerică D a riglei cu indicele C_{10} sau C_1 de pe rigletă, apoi se reperează unghiul α pe scara s&t sau tg cu firul marcator F al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator.

Exemple de calcul. 1°. $b=25$ tg 2°15′=25 sin 2°15′=0,981, $N=n_a+n_b-1=2-1-1=0$. Se repe-

rează numărul 25 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta întoarsă pînă ce indicele C_1 se suprapune cu firul marcator F. Se reperează apoi unghiul de 2°15′ pe scara $s\&t$ cu firul marcator $F=d$. Se citeşte rezultatul pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$, care este egal cu numărul 981. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formulele de la înmulţire, iar rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,981; **2°**. $b=1{,}4$ tg $12°15'=0{,}304$, $N=n_a+n_b-1=1+0-1=0$. Se reperează numărul 14 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele C_1 al rigletei se suprapune cu firul marcator $F=d$. Se reperează unghiul de 12°15′ pe scara tg cu firul marcator $F=d$ prin deplasarea cursorului. Rezultatului se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$, care este egal cu numărul 304. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formulele de la înmulţire şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,304; **3°**. $b=78$ tg $38°40'=62{,}5$, $N=n_a+n_b=2+0=2$; **4°**. $b=86$ tg $5°20'=86$ sin $5°20'=8{,}02$, $N=n_a+n_b=2-1=1$; **5°**. $b=678$ tg $42°50'=626$, $N=n_a+n_b=3+0=3$; **6°**. $b=175$ ctg $66°40'=175$ tg $23°20'=75{,}5$, $N=n_a+n_b-1=3+0-1=2$; **7°**. $b=859$ ctg $52°20'=859$ tg $37°40'=661$, $N=n_a+n_b=3+0=3$.

c) $b=a$ tg α *pentru unghiuri mai mari decît* 45°. Pentru a se calcula valoarea lui b pentru unghiuri mai mari decît 45° se reperează complimentul unghiului α pe scara tg cu reperul *III* de pe spatele riglei, apoi se citeşte valoarea funcţiei $\frac{1}{\text{tg}\,(90°-\alpha)}$ pe scara numerică D în dreptul indicelui C_{10} al rigletei. Acest rezultat se înmulţeşte cu numărul a reperat pe scara C a rigletei cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$.

Exemple de calcul: 1°. 76 tg 65°30′=

$$=\frac{76}{\text{tg}\,(90°-65°30')}=\frac{76}{\text{tg}\,24°30'}=16{,}65,\quad N=n_a+n_b=$$

$=2+0=2$. Se reperează complimentul unghiului dat, adică $90°-65°30=24°30'$ pe scara tg cu reperul *III* de pe spatele riglei, apoi se reperează valoarea lui tg 24°30′ pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} de pe rigletă. Se reperează numărul 76 pe scara numerică C a rigletei cu firul marcator $F=d$ al cursorului. Se citeşte rezultatul pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$, care este egal cu numărul 1665. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formulele pentru înmulţire, iar rezultatul definitiv este egal cu numărul 16,65;

2°. $b=1376$ tg $72°30'=\frac{1376}{\text{tg}\,(90°-72°30')}=\frac{1376}{\text{tg}\,17°30'}=$
$=435{,}2$, $N=n_a+n_b-1=4+0-1=3$;

3°. $b=756$ tg $48°40'=\frac{756}{\text{tg}\,(90°-48°40')}=\frac{756}{\text{tg}\,41°20'}=$
$=864$, $N=n_a+n_b-1=3+1-1=3$;

4°. $b=358$ ctg $60°40'=358$ tg $(90°-68°40')=$
$=358$ tg $21°20'=139{,}98$, $\quad N=n_a+n_b=3$;

5°. $b=186$ ctg $35°50'=186$ tg $(90°-35°50')=$
$=186$ tg $54°10'=\frac{186}{\text{tg}\,(90°-54°10')}=\frac{186}{\text{tg}\,35°50'}=258$,
$N=n_a+n_b-1=3+1-1=3$.

2.29. Împărţirea unui număr a printr-o funcţie trigonometrică

a) *Împărţirea numărului a prin funcţia* sin α. Pentru a calcula împărţirea $a/\sin\alpha$, se reperează numărul a pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta întoarsă astfel încît unghiul α de pe scara $s\,\&t$ sau sin se suprapune cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_1 sau C_{10} de pe rigletă, care rămîne în interiorul riglei. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formulele de la împărţirea numerelor.

Exemple de calcul. 1°. $b=\dfrac{125}{\sin 5°10}=1385$, $N=n_a-n_b=3-(-1)=4$. Se reperează numărul 125 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta întoarsă pînă ce unghiul de 5°10′ de pe scara s&t se suprapune cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator $F=d$ şi se obţine numărul 1385. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formulele de la împărţirea numerelor, iar rezultatul definitiv este egal cu numărul 1385.

2°. $b=\dfrac{26{,}6}{\sin 51°}=34{,}25$, $N=n_a-n_b=2-0=2$; 3°. $b=\dfrac{48}{\sin 60°}=55{,}5$, $N=n_a-n_b=2-0=2$; 4°. $b=\dfrac{1756}{\sin 38°20'}=2840$, $N=n_a-n_b=4-0=4$; 5°. $b=\dfrac{75}{\cos 36°40'}=\dfrac{75}{\sin(90°-36°40')}=\dfrac{75}{\sin 53°20'}=93{,}6$, $N=n_a-n_b=2-0=2$; 6°, $b=\dfrac{158}{\cos 78°30'}=\dfrac{158}{\sin(90°-78°30')}=\dfrac{158}{\sin 11°30'}=792$, $N=n_a-n_b=3-0=3$; 7°. $b=\dfrac{1586}{\cos 17°20'}=\dfrac{1586}{\sin(90°-17°20')}=\dfrac{1586}{\sin 72°40'}=1665$,

$$N=n_a-n_b=4-0=4.$$

b) *Împărţirea numărului a prin funcţiunea* tg α. Pentru împărţirea numărului a prin tg α vom avea două cazuri şi anume: cînd unghiul α este mai mic decît 45° şi cînd unghiul α este mai mare decît 45°.

Cazul I. Cînd unghiul α este mai mic decît 45°, atunci cîtul $\dfrac{a}{\text{tg}\,\alpha}$ se calculează prin reperarea numărului a pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al cursorului, apoi se deplasează rigleta întoarsă pînă ce unghiul α de pe scara s&t sau tg se suprapune cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_1 sau C_{10} de pe rigletă. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu formulele de la împărţirea numerelor.

Exemple de calcul. 1°. $b=\dfrac{168}{\text{tg}\,32°50'}=26{,}4$, $N=n_a-n_b=2-0=2$. Se reperează numărul 168 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator $F=d$ al

cursorului, apoi se deplasează rigleta întoarsă pînă ce unghiul de 32°50′ de pe scara tg se suprapune cu firul marcator $F=d$. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D în dreptul indicelui C_{10} care este egal cu numărul 264. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formulele de la împărţirea numerelor şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 26,4;

$$2°.\ b=\frac{0{,}14}{\operatorname{tg} 3°30'}=2{,}29,$$

$$N=n_a-n_b=0-(-1)=1;$$

$$3°.\ b=\frac{0{,}18}{\operatorname{tg} 4°30'}=2{,}29,\quad N=n_a-n_b=0-(-1)=1;$$

$$4°.\ b=\frac{75}{\operatorname{tg} 27°}=147{,}5,\ N=n_a-n_b+1=2-0+1=3;$$

$$5°.\ b=\frac{896}{\operatorname{tg} 43°40'}=941,\ N=n_a-n_b=3-0=3.$$

Cazul II. Cînd unghiul α este mai mare decît 45°, atunci cîtul $\frac{a}{\operatorname{tg}\alpha}$ se transformă în produsul $a \operatorname{tg}(90°-\alpha)$, iar restul de calcule sînt identice ca la cazul I.

Exemple de calcul. 1°. $b=\frac{35}{\operatorname{tg} 60°}=$

$=35 \operatorname{tg}(90°-60°)=35 \operatorname{tg} 30°=20{,}2,\ N=n_a+n_b=$

$=2+0=2;$ 2°. $b=\frac{185}{\operatorname{tg} 70°}=185 \operatorname{tg}(90°-70°)=$

$=185 \operatorname{tg} 20°=67{,}4,\ N=n_a+n_b-1=3+0-1=2;$

3°. $b=\frac{2346}{\operatorname{tg} 65°20'}=2346 \operatorname{tg}(90°-65°20')=2346$

$\operatorname{tg} 24°40'=1075,\ N=n_a+n_b=4+0=4;$

4°. $b=\frac{56{,}75}{\operatorname{tg} 48°35'}=56{,}75 \operatorname{tg}(90°-48°35')=56{,}75$

$\operatorname{tg} 41°25'=50{,}2,\ N=n_a+n_b=2+0=2;$

5°. $b=\frac{194}{\operatorname{ctg} 30°}=\frac{194}{\operatorname{tg}(90°-30°)}=\frac{194}{\operatorname{tg} 30°}=$

$=194 \operatorname{tg} 30°=112,\quad N=n_a+n_b=3+0=3;$

6°. $b=\frac{385}{\operatorname{ctg} 60°}=\frac{385}{\operatorname{tg}(90°-60°)}=\frac{380}{\operatorname{tg} 30°}=668,\ N=n_a-n_b=$

$=3-0=3;$ 7° $b=\frac{217}{\operatorname{ctg} 85°30'}=\frac{217}{\operatorname{tg}(90°-85°30')}=$

$=\frac{217}{\operatorname{tg} 4°\ 30'}=2760,\ N=n_a-n_b=3-(-1)=4;$

8°. $b=\frac{136}{\operatorname{ctg} 17°45'}=\frac{136}{\operatorname{tg}(90°-17°45')}=\frac{136}{\operatorname{tg} 72°15}=$

$=136 \operatorname{tg} 17°45'=43{,}5,\quad N=n_a+n_b-1=3+0-1=2.$

Exerciţii

1°. $785\times0{,}056=43{,}9$;
2°. $15{,}76\times3{,}48=54{,}6$;
3° $476\times154=73400$;
4° $0{,}705\times0{,}00284=0{,}002$;
5°. $375\times856=324000$;
6°. $7{,}77\times66{,}3=515$;
7°. $0{,}0018\times2{,}5=0{,}0045$;
8°. $285\times456=129960$;
9°. $236\times4{,}06=958$;
10°. $504\times0{,}008=4{,}032$;

11°. $756 : 24 = 31{,}5$;

12°. $1364 : 0{,}015 = 91000$;

13°. $0{,}074 : 0{,}009025 = 8{,}2$;

14°. $7{,}56 : 98{,}7 = 0{,}0766$;

15°. $1234 : 0{,}12 = 10290$;

16°. $7{,}8 : 3 = 2{,}6$;

17°. $0{,}345 : 67{,}4 = 0{,}00512$;

18°. $7{,}84 : 0{,}0018 = 4350$;

19°. $0{,}00976 : 16 = 0{,}00061$;

20°. $356 : 0{,}654 = 545$;

21°. $\frac{1}{40} = 0{,}025$;

22°. $\frac{1}{135} = 0{,}0074$;

23°. $\frac{1}{36} = 0{,}0278$;

24°. $\frac{1}{547} = 0{,}001828$;

25°. $\frac{1}{125} = 0{,}008$;

26°. $2{,}7^2 = 7{,}29$;

27°. $15{,}5^2 = 240{,}25$;

28°. $0{,}075^2 = 0{,}005625$;

29°. $0{,}369^2 = 0{,}136$;

30°. $4{,}73^2 = 22{,}31$;

31°. $\sqrt{361} = 19$;

32°. $\sqrt{7225} = 85$;

33°. $\sqrt{90{,}25} = 9{,}5$;

34° $\sqrt{0{,}064} = 0{,}253$;

35°. $\sqrt{1345} = 36{,}7$;

36°. $3{,}7^3 = 50{,}9$;

37°. $1{,}8^3 = 5{,}84$;

38°. $4{,}73^3 = 105{,}8$;

39°. $7{,}56^3 = 432$;

40°. $34{,}2^3 = 40000$;

41°. $\sqrt[3]{3{,}375} = 1{,}5$;

42°. $\sqrt[3]{15{,}625} = 2{,}5$;

43°. $\sqrt[3]{0{,}729} = 0{,}9$;

44°. $\sqrt[3]{4{,}02} = 1{,}59$;

45°. $\sqrt[3]{0{,}000281} = 0{,}0655$;

46°. $\sin 30°45' = 0{,}511$;

47°. $\sin 68°27' = 0{,}930$;

48°. $\sin 88°51' = 0{,}999$;

49°. $\sin 3°45'' = 0{,}0655$;

50°. $\sin 1°30' = 0{,}0262$;

51°. $\cos 30°45' = 0{,}859$;

52°. $\cos 68°27' = 0{,}376$;

53°. $\cos 88°51' = 0{,}0201$;

54°. $\operatorname{tg} 5°25' = 0{,}0945$;

55°. $\operatorname{tg} 2°40' = 0{,}0465$;

56°. $\operatorname{tg} 68°27' = \frac{1}{\operatorname{tg} 21°33'} = 2{,}532$;

57°. $\operatorname{tg} 88°51' = \frac{1}{\operatorname{tg} 1°09'} = 49{,}8$;

58°. $\operatorname{ctg} 30°45' = 1{,}68$;

59°. $\operatorname{ctg} 72°30' = 0{,}521$;

60°. $275 \sin 36°40' = 164{,}9$;

61°. $196 \sin 3°50' = 13{,}1$;

62°. $87 \cos 39°40' = 67{,}3$;

63°. $376 \operatorname{tg} 25°30' = 179{,}9$;

64°. $785 \operatorname{tg} 70°30' = 2690$;

65°. $96 \operatorname{ctg} 56°30' = 63{,}4$;

66°. $156 \operatorname{ctg} 35°20' = 229$;

67°. $\frac{1564}{\sin 4°30'} = 19200$;

68°. $\frac{786}{\sin 65°40'} = 865$;

69°. $\frac{198}{\cos 35°30'} = 244$;

70°. $\frac{86}{\cos 64°30'} = 200$;

71°. $\frac{358}{\operatorname{tg} 42°50'} = 391$;

72°. $\frac{325}{\operatorname{ctg} 35°30'} = 232$.

3 DIFERITE TIPURI DE RIGLE DE CALCUL

3.1. Rigla de calcul pentru electrotehnică

Rigla de calcul pentru electrotehnică, tip Tehnolemn Timişoara, are în plus faţă de rigla universală următoarele scări: scara exponenţială, scara cu grade centisimale şi altele. Această riglă are pe corpul ei scara exponenţială inferioară $L\ L_3=E_i$, scara exponenţială superioară $L\ L_2=E_s$ situate pe partea inferioară şi superioară a riglei. Rigla nu are scara logaritmilor zecimali. Scara gradelor centisimale situate pe rigletă suprapusă cu scara inverselor şi scara P pentru calculul expresiei $\sqrt{1-x^2}$. În scobitura din spatele riglei sînt date diferite formule de calcul pentru rezistenţa materialelor, curent electric, electrotehnică, materiale de fundaţii şi zidării, sarcini, lucru mecanic, putere, mase specifice, (fig. 59, *a*, *b*).

Cursorul este confecţionat din material plastic şi are următoarele fire marcatoare (fig. 60): firul marcator principal notat cu *d*, două fire marcatoare mai scurte, simetrice faţă de firul marcator principal, notate cu *q* şi *CP*, care folosesc la determinarea ariei cercului un fir marcator notat cu sexa, altul notat cu *KW* şi unul notat cu *CP*.

Scara exponenţială $E_i=L\ L_3$, este împărţită în două intervale de la 2,5 la 3,2 şi de la 3,2 la 10. Intervalul 2,5—3,2 este împărţit în 25 părţi şi o diviziune este egală cu 0,5 : 25=0,02. Intervalul 3—6 este împărţit în 60 părţi şi cea mai mică parte este egală cu 3 : 60=0,05. Intervalul 6—10 este împărţit în 30 părţi şi cea mai mică parte este egală cu 3 : 30=0,1. Intervalul 10—30 este împărţit în 40 părţi şi cea mai mică parte este egală cu 50 : 25=2. Intervalul 100—200 este împărţit în 10 părţi şi cea mai mică parte este egală cu 100 : 10=10. Intervalul 200—500 este împărţit în 25 părţi iar cea mai mică parte este egală cu 300 : 25=12. Intervalul 500—1000 este împărţit în 10 părţi, iar cea mai mică parte este egală cu 500 : 10= =50. Intervalul 1000—2000 este împărţit în 10 părţi şi cea mai mică parte este egală cu 1000 : 10=100 etc.

Scara exponenţială superioară $L\ L_2=E_1$ este împărţită în mai multe subintervale de la 1,1 la 3,2 şi numero-

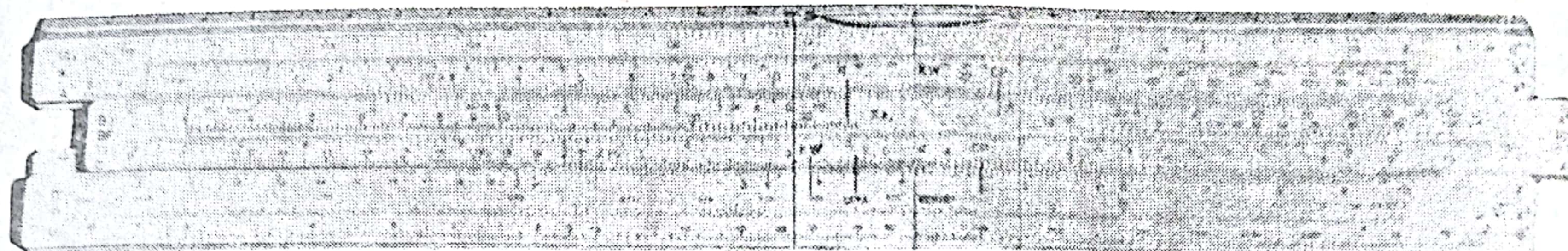


Fig. 59 a

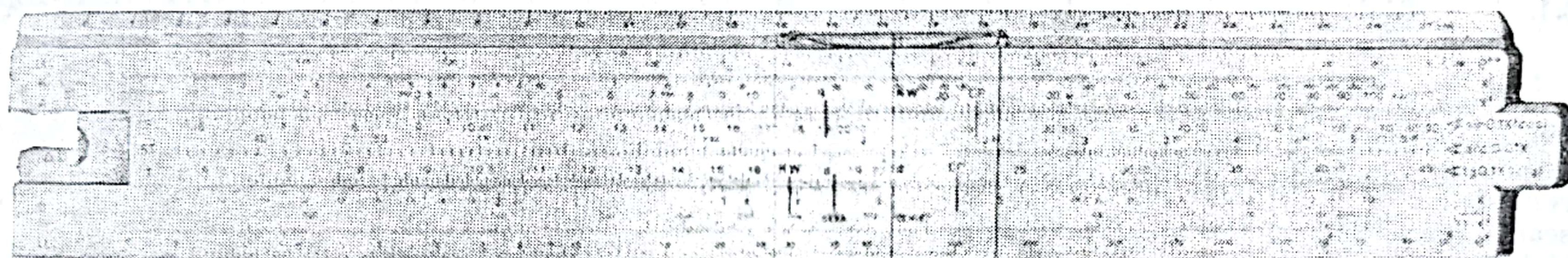


Fig. 59 b

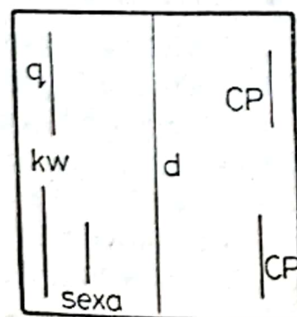


Fig. 60

tată după cum urmează: 1,10 ... 1,15 ..., 1,20, ... 1,25 ... 1,80 .... 1,90 ..... 2 .... 2,5 .... 3, ... 3,2. Intervalul 1,10 — 1,20 este împărţit în 100 părţi şi cea mai mică parte este egală cu 0,2:100=0,002. Intervalul 1,20—1,30 este împărţit în 50 părţi iar cea mai mică parte este egală cu 0,1 împărţit la 50 egal 0,002. Intervalul 1,30—1,80 este împărţit în 100 de părţi şi cea mai mică parte este egală cu 0,5 : 100=0,005. Intervalul 1,80—2 este împărţit în 20 părţi iar o parte este egală cu 0,2 : 20=0,01. Intervalul 2—3 este împărţit în 50 părţi şi o parte este egală cu 1 : 50=0,02. Intervalul 3—3,2 este împărţit în 4 părţi şi o parte este egală cu 0,2 : 4=0,05.

Pe baza proprietăţilor scărilor exponenţiale $E_s = L\,L_2$ şi $E_i = L\,L_3$ se pot efectua numeroase operaţii matematice, fizice şi tehnice.

3.2. Determinarea valorii unui număr ridicat la puterea a zecea

Pentru a calcula puterea a zecea a unui număr oarecare a, adică $b=a^{10}$, se constată că în dreptul fiecărui număr de pe scara $L\ L_2$ îi corespunde pe scara $L\ L_3$ numărul ridicat la puterea a zecea. Pentru a determina valoarea lui $b=a^{10}$, se repereazā numărul a pe scara exponențială $L\ L_2$ cu firul marcator d al cursorului și se citește numărul b pe scara exponențială $L\ L_3$ valoarea numărului b în dreptul firului marcator d care este puterea a zecea a lui a.

Exemplu de calcul. $b=1{,}856^{10}=4{,}85$. Se repereazā numărul 1,856 pe scara $L\ L_2$ cu firul marcator F al cursorului, apoi se citește rezultatul pe scara $L\ L_3$ în dreptul firului marcator d și se obține numărul 4,85 (fig. 61).

3.3. Calculul rădăcinii de ordinul 10 dintr-un număr oarecare b.

În dreptul fiecărui număr de pe scara $L\ L_3$ corespunde pe scara $L\ L_2$ un număr care este egal cu rădăcina de ordinul 10 a numărului dat, adică $a=\sqrt[10]{b}$. Pentru a

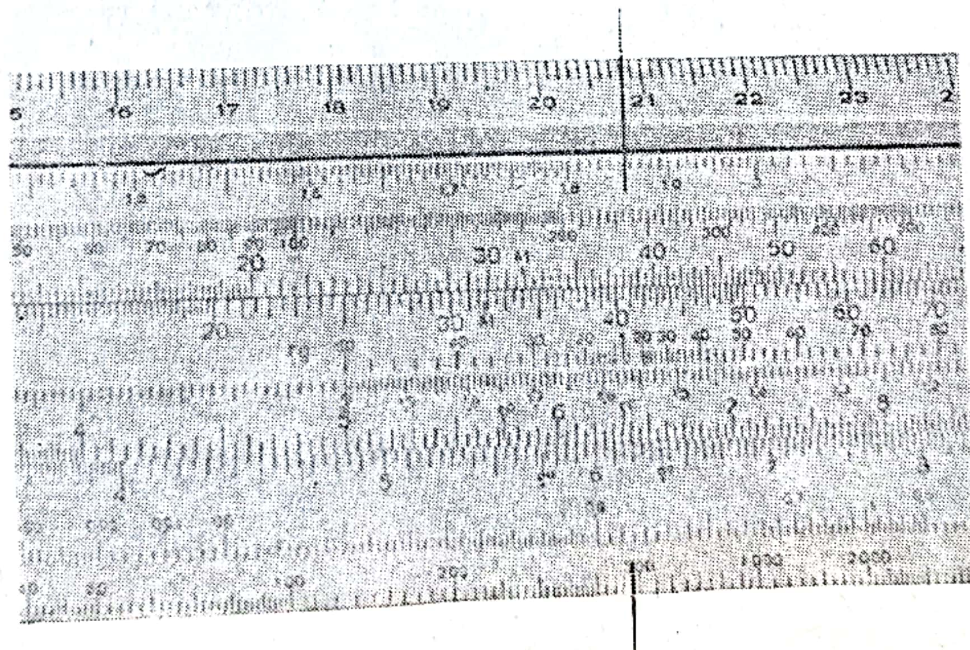


Fig. 61

afla rădăcina de ordinul 10 din numărul b, se repereazâ numărul b pe scara exponenţială $L\,L_3$ cu firul marcator d al cursorului apoi se citeşte pe scara exponenţială $L\,L_2$ în dreptul firului marcator d valoarea lui a care este rădăcina de ordinul 10 a numărului b.

Exemplu de calcul. $a=\sqrt[10]{145}=1{,}639$. Se repe-rează numărul 145 pe scara $L\,L_3$ cu firul marcator d al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara $L\,L_2$ în dreptul firului marcator d, care este egal cu 1,639 (fig. 62).

3.4. Calculul puterii de ordinul a al numărului e

În dreptul fiecărui număr a de pe scara numerică D a riglei corespunde pe scara $L\,L_3$ valoarea numărului e ridicat la puterea a, adică $b=e^a$. Pentru a determina această putere, se repereazâ numărul a pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara $L\,L_3$, care este valoarea lui b.

Exemplu de calcul. $b=e^3=20{,}1$. Se repereazâ numărul 3 pe scara D a riglei cu firul marcator d al

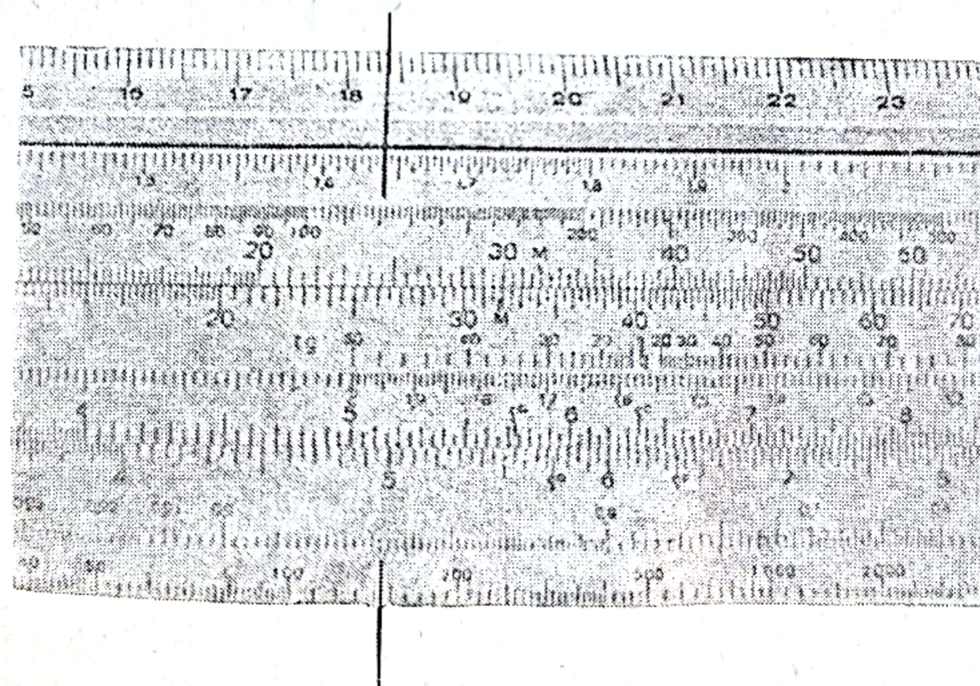


Fig. 62

cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara $L\,L_3$ în dreptul firului marcator care este egal cu numărul 20,1. (fig. 63).

cu firul marcator d al cursorului apoi se citeşte rezultatul pe scara $L\,L_2$ în dreptul firului marcator d care este egal cu numărul 1,296, (fig. 64).

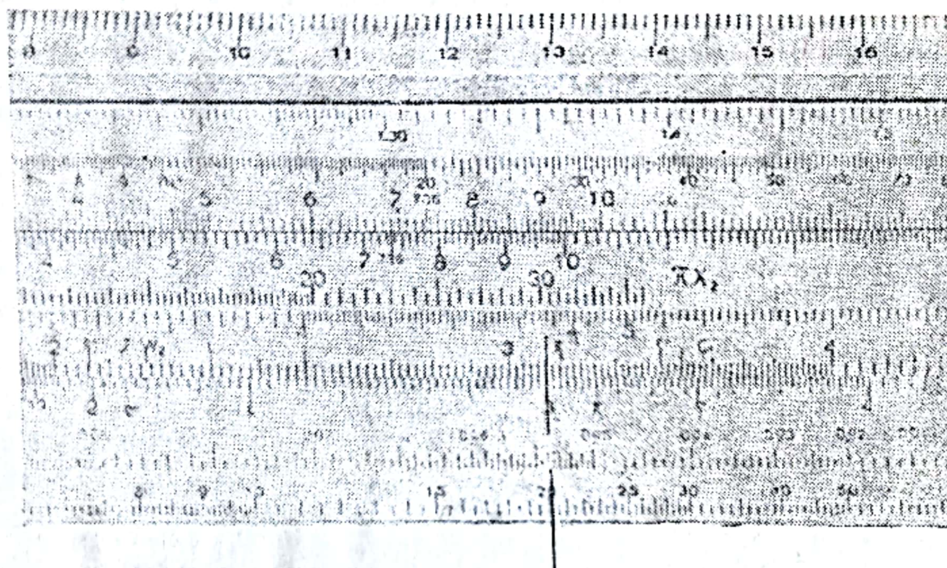


Fig. 63

3.5. Calculul rădăcinii de ordinul 10 din e^a

Pentru a calcula rădăcina de ordin 10 din e^a, adică $b=\sqrt[10]{e^a}=e^{\frac{a}{10}}$, se reperează numărul a pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara $L\,L_2$ în dreptul firului marcator d.

Exemplu de calcul. $b=\sqrt[10]{e^{2,6}}=e^{\frac{2,6}{10}}=1,296$. Se reperează numărul 2,6 pe scara numerică D a riglei

3.6. Extragerea rădăcinii de ordinul a din numărul e

Pentru a extrage rădăcina de ordinul a din numărul e, adică $b=\sqrt[a]{e}$, se reperează numărul a care este indicele radicalului pe scara inverselor I a rigletei cu firul marcator d al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara $L\,L_2$ numărul b.

Exemplu de calcul. $b=\sqrt[3,5]{e}=1,329$. Se reperează numărul 3,5 pe scara inversă I a rigletei cu firul marca-

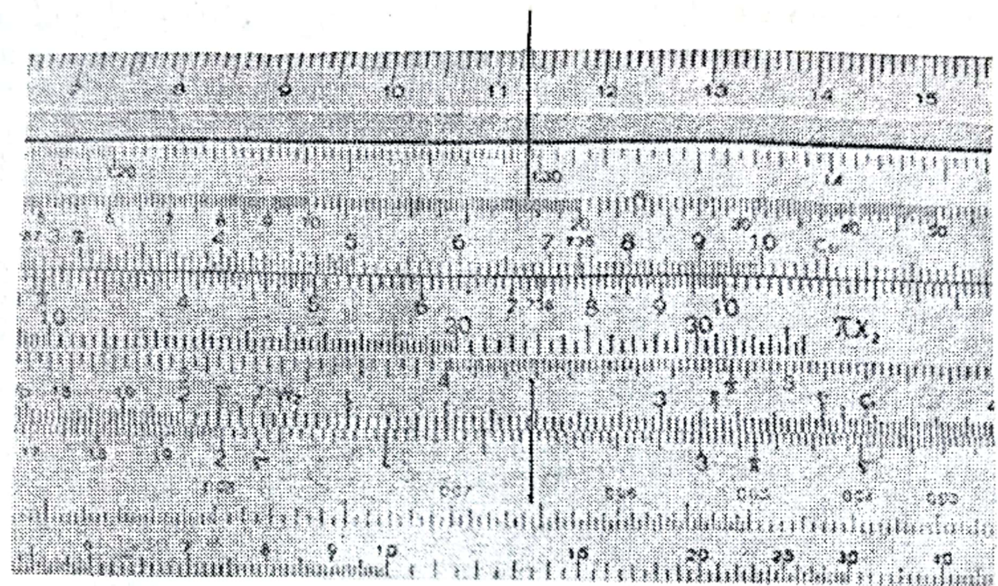


Fig. 64

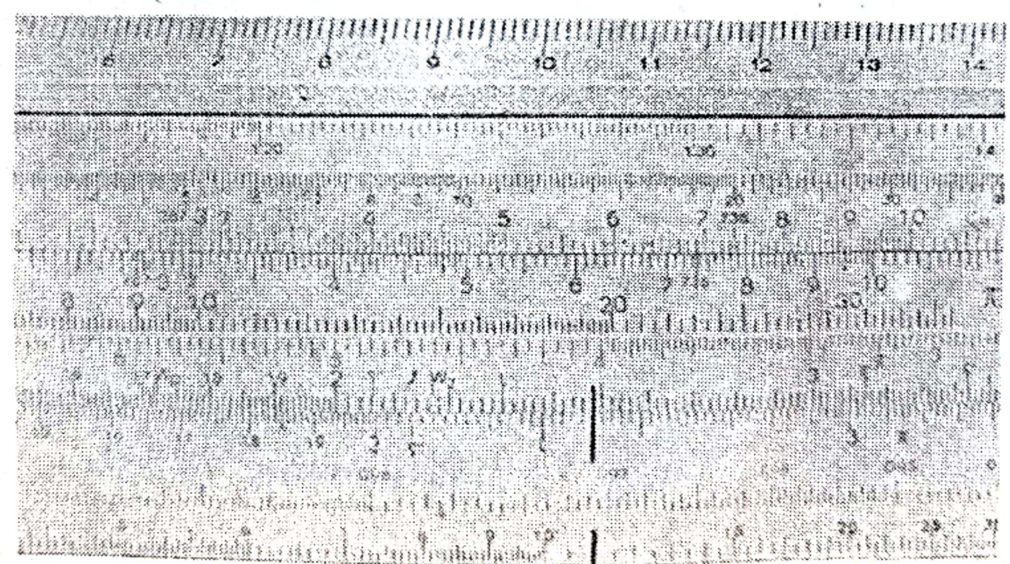


Fig. 65

tor d, apoi se citeşte rezultatul pe scara $L\ L_2$ în dreptul firului marcator al cursorului care este egal cu numărul 1,329.

3.7. Rezolvarea ecuaţiei exponenţiale $e^x=a$

Pentru rezolvarea acestei ecuaţii se reperează numărul a pe scara exponenţială $L\ L_2$ sau $L\ L_3$ cu firul marcator d al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator d valoarea lui x.

Exemplu de calcul. $e^x=11$, $x=2{,}4$. Se reperează numărul 11 pe scara $L\ L_3$ cu firul marcator d al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator d care este egal cu numărul 2,4 (fig. 65).

3.8. Rezolvarea ecuaţiei $e^{\frac{1}{x}}=a$

Pentru rezolvarea acestei ecuaţii exponenţiale se reperează numărul a pe scara $L\ L_2$ sau $L\ L_3$ cu firul marcator d al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara inversă I a rigletei în dreptul firului marcator d.

Exemplu de calcul. $e^{\frac{1}{x}}=1{,}485$, $x=2{,}529$. Se reperează numărul 1,485 pe scara $L\ L_2$ cu firul marcator d al cursorului şi apoi se citeşte rezultatul pe scara inversă I a rigletei, numărul $x=2{,}529$.

3.9. Calculul logaritmului natural al unui număr a

Pentru a se calcula logaritmul natural al unui număr a, se repereazä acest număr pe scara $L\ L_2$ sau $L\ L_3$ cu firul marcator d al cursoruolui, apoi se citeşte valoarea lui ln$a$ pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator d.

Exemplul de calcul. ln1,87 = 0,649. Se repereazä numărul 1,87 pe scara $L\ L_3$ cu firul marcator d al cursorului, apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică D a riglei care este egal cu 0,649 (fig. 66).

Antilogaritmul neperian. Pentru a afla numărul a cărui logaritm neperian este dat, se procedează în mod invers ca la aflarea logaritmului neperian al unui număr a. Se repereazä numărul a pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, iar rezultatul se citeşte pe scara $L\ L_2$ sau $L\ L_3$.

Exemple de calcul. 1°. ln $a=4{,}54$, $a=94$; 2°. ln $a=0{,}626$, $a=1{,}87$; 3°. ln $a=0{,}224$, $a=1{,}25$.

3.10. Scara unghiurilor centezimale

Scara trigonometrică pentru unghiuri centezimale este folosită pentru determinarea valorilor funcţiunilor sin α, sin cos α, tg α şi ctg α. Această scară este notată cu CI sau I şi este situată pe rigletă paralelă cu scara inversă I sau în locul ei şi se întinde între citirea 5 şi citirea 10 a scării C (fig. 67).

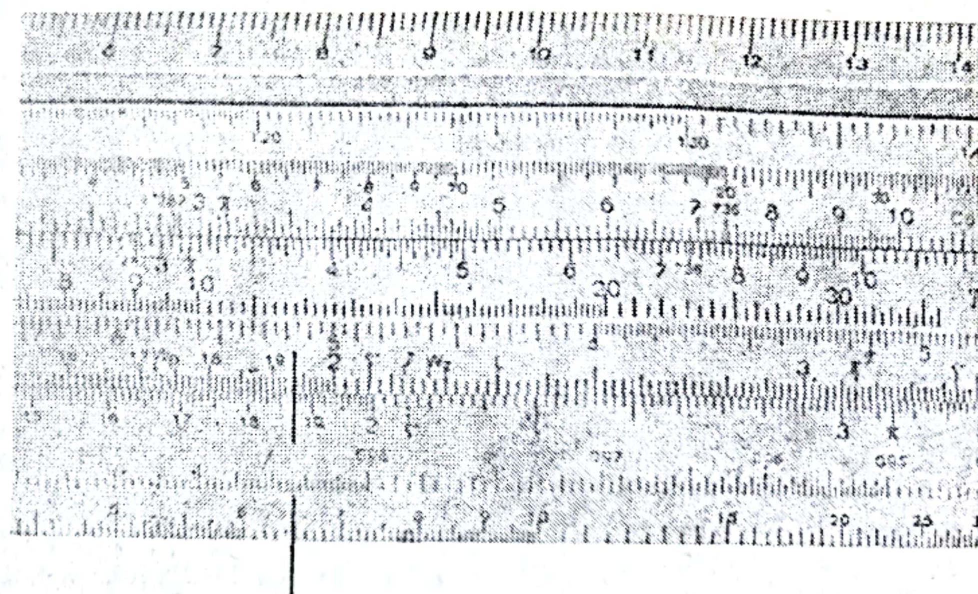


Fig. 66

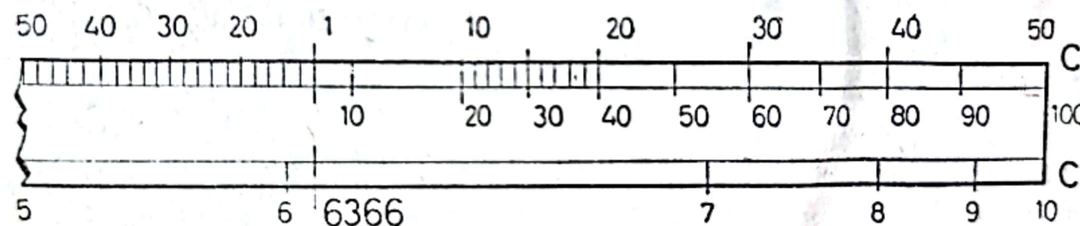


Fig. 67

Indicele de origine este numărul 1, comun tuturor funcţiilor trigonometrice, el este trasat în dreptul numărului 6366 de pe scara *C* şi reprezintă 0^g centezimale. De la origine spre dreapta este trasată scara funcţiei sin şi sin cos, iar spre stînga scara funcţiei tg şi ctg.

Scara sin este numerotată cu 1....20....30....40.... ....50....60....70....80....90....100 grade centezimale şi subdiviziuni pînă la 10 grade, iar de la 20 grade în sus, cea mai mică diviziune este de 2 grade.

Scara sin cos are diviziunile comune cu scara sin numerotate de la 1 la 50 grade, diviziunile valorînd

jumătate din diviziunile scării lui sin, adică 1....10.... ....20....30 ....40....50. Cea mai mică diviziune este egală cu 1 grad.

Scara tg (ctg) are diviziunile numerotate de la 1....20....30....40....50 grade şi subdiviziuni pînă la 10. De la 20 pînă la 50 cea mai mică diviziune este egală cu 2 grade. Pentru unghiuri mai mici decît un grad se foloseşte indicele de origine 1.

3.11. Principiul funcţionării scării trigonometrice cu unghiuri centezimale

Unghiurile centezimale se reperează pe scara numerică *D* a riglei independent de funcţia considerată şi fără a ţine seama de ordinul de mărime al numărului. Astfel pentru numerele 34,6, 3,46, 0,346, 0,0346, se reperează pe scara numerică *D* a riglei numărul 346 cu firul marcator *d* al cursorului.

Dacă unghiul este dat în grade sexagezimale, atunci el se reperează cu firul marcator sexagezimal al cursorului care este situat la stînga firului marcator *d* şi se citeşte în dreptul firului marcator *d* valoarea corespunzătoare a unghiului în grade centezimale şi apoi se continuă calculul în mod normal. Condiţia este ca unghiul sexagezimal să fie dat numai în grade, prin transformarea minutelor şi secundelor în grade întregi urmate de zecimalele respective.

Exemple de calcul. 1°. 1°30′=1,50°, pentru că 30 : 60=0,50; 2°. 13°45′=13,75°; pentru că 45 : 60=0,75; 3°. 4°47′=4,78°, pentru că 47 : 60=0,78; 4°. 7°08=7,13° pentru că 8 : 60=0,13.

3.12. Transformarea gradelor sexagesimale în grade centezimale

Pentru transformarea gradelor sexagesimale în grade centezimale, se reperează unghiul α pe scara numerică *D* a riglei cu firul marcator sexagesimal şi se citeşte unghiul în grade centezimale pe scara numerică *D* a riglei în dreptul firului marcator *d* al cursorului.

Exemple de calcul. 1°. 3,50=3,89^g. Se reperează unghiul de 3,50 pe scara numerică *D* a riglei cu firul marcator sexagezimal, apoi se citeşte rezultatul pe

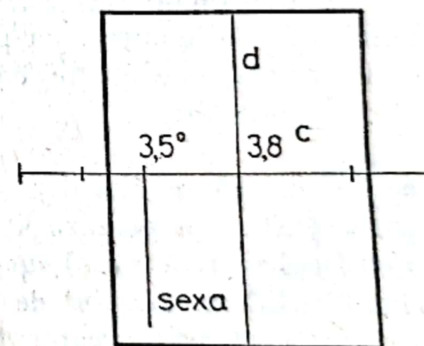


Fig. 68

aceeaşi scară în dreptul firului marcator *d* al cursorului şi se obţine numărul 3,89 care este valoarea unghiului în grade centezimale, (fig. 68). 2°. 1,5°=1,69^g, 3°. 25,75°=28,60^g.

3.13. Calculul funcţiilor trigonometrice ale unghiurilor centezimale

Pentru determinarea valorii funcţiilor trigonometrice ale unghiurilor centezimale se reperează unghiul α pe scara numerică D a riglei, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul de pe scara CI se suprapune cu firul marcator d al cursorului. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} al rigletei pentru funcţiile $\sin\alpha$, $\sin\cos\alpha$, $\mathrm{tg}\,\alpha$, pe scara numerică C a rigletei în dreptul indicelui D_1 al riglei pentru funcţiile $\mathrm{ctg}\,\alpha$, $\mathrm{cosec}\,\alpha$, pe scara pătratelor A a riglei în dreptul indicelui B_{10} al rigletei pentru funcţiile $\sin^2\alpha$, $\sin^2\alpha\cos^2\alpha$, $\mathrm{tg}^2\alpha$ şi pe scara pătratelor B a rigletei în dreptul indicelui A_1 al riglei pentru funcţiile $\mathrm{ctg}^2\alpha$, $\mathrm{cosec}^2\alpha$. Pentru $\cos\alpha$ se ia sinusul unghiului complimentar.

Pentru tangenta unui unghi mai mare de 50^g se ia cotangenta unghiului complimentar, iar pentru cotangenta unui unghi mai mare de 50^g se consideră tangenta unghiului complimentar.

Exemple de calcul. Să se calculeze valoarea lui $\sin 2{,}50^g$. Pentru aceasta se reperează numărul 25 pe scara D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul de $2{,}50^g$ de pe scara sin se suprapune cu firul marcator d.

Rezultatul se citeşte pe scara D a riglei în dreptul indicelui C_{10} al rigletei, care este egal cu numărul 393. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine după următoarea regulă: se împarte numărul gradelor la 64, adică $2{,}5 : 64 = 0{,}092$, din care se observă că prima cifră semnificativă este de ordinul sutimilor, deci rezultatul este dat de relaţia $\sin 2{,}50^g = 0{,}0393$; 2°. $\sin 75{,}50^g = 0{,}925$, $75{,}5 : 64 = 1{,}18$ este mai mare decît unitatea, dar $\sin\alpha$ este mai mic decît unitatea şi rezultatul va fi 0,925 căci citirea era de 925; 3°. $\sin\cos 38^g = 0{,}00596$. Se reperează pe scara numerică D a riglei numărul 38 cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele 1 de pe scara CI se suprapune cu firul marcator. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a rigletei în dreptul indicelui C_{10} care este egal cu numărul 596. Ordinul de mărime este $0{,}38 : 64 = 0{,}006$, deci rezultatul definitiv este egal cu $\sin 38^g = 0{,}00596$; 4°. $\sin 25{,}50^g = 0{,}378$; 5°. $\cos 31{,}20 = \sin(100-31{,}20) = \sin 68{,}80^g = 0{,}882$. Se reperează numărul $68{,}80^g$ complementul unghiurilor de $31{,}20^g$ cu firul marcator d. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} de pe rigletă şi se obţine numărul 882. Ordinul de mărime se obţine prin $68{,}8^g : 64 = 1{,}07$, care este mai mare decît unitatea, dar $\sin\alpha$ şi $\cos\alpha$ sînt mai mici decît unitatea, în consecinţă $\cos 31{,}20^g = \sin 68{,}80^g = 0{,}882$; 7°. $\cos 68{,}40^g = \sin(100-68{,}40) = \sin 31{,}60^g = 0{,}749$; 8°. $\mathrm{tg}\, 34{,}40^g = 0{,}600$. Se reperează numărul 34,40 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul de $34{,}40^g$ de pe scara tg se suprapune cu firul marcator. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} de pe rigletă, care este egal cu 6. Ordinul de mărime este dat de $34{,}4 : 64 = 0{,}5$, deci $\mathrm{tg}\, 34{,}40^g = 0{,}6$; 9°. $\mathrm{tg}\, 68{,}50^g = 1{,}853$. În acest caz

tg 68,50^g = ctg (100 − 68,50) = ctg 31,50^g. Se reperează numărul 315 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul de 31,50^g de pe scara tg se suprapune cu firul marcator d. Rezultatul se citeşte pe scara numerică C a rigletei în dreptul indicelui D_1 al riglei, care este egal cu numărul 1853. Ordinul de mărime este dat de 68,5 : 64 = 1,07, deci rezultatul definitiv este tg 68,50^g = 1,853; **10°**. ctg 4,50 = 14,12. Deoarece ctg 4,50^g = $\frac{1}{\text{tg } 4{,}50}$, se reperează numărul 450 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul de 4,50^g de pe scara tg se suprapune cu firul marcator d. Rezultatul se citeşte pe scara numerică C a rigletei în dreptul indicelui D_1 de pe riglă şi se obţine numărul 1412. Ordinul de mărime se obţine din 4,5:64 = = 0,06, dar ctg α = inversul lui tg α, deci 1 : 0,06 = 16, în consecinţă valoarea funcţiei va fi ctg 4,50^g = 14,12; **11°**. ctg 72,50^g = 0,461. Pentru rezolvarea acestei probleme se va transforma funcţia ctg în tg prin relaţia ctg 72,50^g = tg (100 − 72,50) = tg 27,50^g. Se va repera numărul 275 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul de 27,50^g de pe scara tg se suprapune cu firul marcator d. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} de pe rigletă, care este egal cu numărul 461. Ordinul de mărime este dat de 27,5 : 64 = 0,4 şi rezultatul definitiv este ctg 72,50^g = tg 27,50^g = 0,461; **12°**. cosec 15,23^g = 4,22. Cosecanta se determină ca inversa sinusurilor aceluiaşi unghi, adică cosec 31,23^g = $\frac{1}{\sin 31{,}23^g}$. Se reperează numărul 312 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul 31,23^g de pe scara sin cu firul marcator d. Rezultatul se citeşte pe scara numerică C a rigletei în dreptul indicelui D_1 al riglei şi care este egal cu 442. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine prin 31,23 : 64 = = 0,5 şi 1 : 0,5 = 2 din cauză că cosec este inversa lui sin, iar rezultatul definitiv este egal cu cosec 31,23^g = = $\frac{1}{\sin 31{,}23^g}$ = 4,22; **13°**. sec 31,20^g = 1,133. Secanta unui unghi este egală cu inversa lui cos α sau inversa lui sin (100 − α), deci sec 31,20^g = $\frac{1}{\cos 31{,}20^g}$ = $\frac{1}{\sin (100-31{,}20)}$ = = $\frac{1}{\sin 68{,}80^g}$. Se reperează numărul 688 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul de 68,80^g de pe scara sin se suprapune cu firul marcator d. Rezultatul se citeşte pe scara C a rigletei în dreptul indicelui D_1 de pe riglă, care este egal cu numărul 1133. Ordinul de mărime este 31,2 : 64 = 0,5, dar secanta este inversa lui cos, deci 1 : 0,5 = 2, în consecinţă rezultatul definitiv este sec 31,20^g = 1,133; **14°**. sin² 19,10^g = 0,088. Se reperează numărul 191 pe scara numerică a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul de 19,10^g de pe scara sin se suprapune cu firul marcator d. Rezultatul se citeşte pe scara pătratelor A de pe riglă în dreptul indicelui B_{100} al rigletei, care este egal cu numărul 88. Ordinul de mărime se obţine cu formula $N = 2n_a - 1 = 2 \times 0 = 0$, deci rezultatul definitiv este egal cu sin² 19,10 = 0,088.

3.14. Transformarea unghiurilor din grade centezimale în radiani

Pentru a transforma unghiul α din grade centezimale în radiani, se repereazã numărul ce reprezintă unghiul în grade pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele 1 se suprapune cu firul marcator d. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} de pe rigletă, care este egal cu numărul 269. Ordinul de mărime se obţine după următoarea regulă: el este subunitar pentru unghiuri mai mici decît 63,609 şi supraunitar pentru unghiuri mai mari de 63,609.

Exemple de calcul. 1°. $17{,}10^g=0{,}269$ radiani. Se repereazã numărul 171 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele 1 se suprapune cu firul marcator d. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D de pe riglă în dreptul indicelui C_{10} de pe rigletă care este egal cu 269. Ordinul de mărime se obţine după regula de mai sus şi rezultatul este $17{,}10^g=0{,}269$ rad; 2°. $56{,}45^g=0{,}885$ rad; 3°. $86{,}30^g=1{,}355$ rad; 4°. $134{,}50^g=100+34{,}50^g=1{,}57+0{,}543=2{,}113$ rad.

3.15. Unghiul α este dat în grade sexagesimale

Dacă unghiul α este dat în grade sexagezimale, atunci determinarea valorii funcţiilor trigonometrice pe scara CI se efectuează prin reperarea unghiului α cu firul marcator sexa, apoi se continuă operaţiunile ca mai sus, la unghiurile centezimale.

Exemple de calcul. 1°. $\sin 4°38'=\sin 4{,}63°=\sin 5{,}14^g$. În primul rînd se transformă minutele în grade, adică $38:60=0{,}63$ şi apoi se repereazã numărul 463 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator sexagezimal al cursorului. Se citeşte pe scara numerică D în dreptul firului marcator numărul 514, adică $5{,}14^g$. Se deplasează rigleta pînă ce unghiul de $5{,}14^g$, de pe scara sin se suprapune cu firul marcator d. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul indicelui C_{10} de pe rigletă obţinîndu-se numărul 804. Ordinul de mărime este determinat de $4{,}63:64=0{,}08$ şi rezultatul definitiv este egal cu 0,0804; 2°. $\cos 58°30'=\sin(90-58°30')=\sin 31°30'=\sin 31{,}50°=\sin 34{,}70^g=0{,}518$; 3°. $\operatorname{tg} 32°40'=\operatorname{tg} 32{,}66°=\operatorname{tg} 36{,}50^g=0{,}645$; 4°. $\operatorname{ctg} 65°30'=\operatorname{tg}(90-55°30')=\operatorname{tg} 24°30'=\operatorname{tg} 24{,}50^g=\operatorname{tg} 27{,}22^g=0{,}221$; 5°. $\operatorname{ctg} 32°30'=\operatorname{ctg} 32{,}50°=\frac{1}{\operatorname{tg} 32{,}50°}=\frac{1}{\operatorname{tg} 36{,}10^g}=1{,}568$; 6°. $\operatorname{tg} 65°30'=\operatorname{tg} 65{,}50°=\operatorname{tg} 72{,}80^g=\operatorname{ctg} 27{,}20^g=2190$.

3.16. Funcţiile trigonometrice ale unghiurilor date în minute, sau secunde

Pentru calculul funcţiilor trigonometrice ale unghiurilor date în minute sau în secunde, se repereazã numărul pe scara numerică D a riglei cu firul marcator

d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele ρ' sau ρ'' se suprapune cu firul marcator d, apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică D în dreptul indicelui C_{10} de pe rigletă.

Exemple de calcul. 1°. $\sin 2°36' = \text{tg}\ 2°36' = \sin 156' = \text{tg}\ 156' = 0{,}0454$; 2°. $\cos 88°40' = \sin 1°20' = \text{tg}\ 1°20' = \sin 80' = \text{tg}\ 80' = 0{,}0233$; 3°. $\sin 45'36'' = \text{tg}\ 45'36'' = \sin 2736'' = \text{tg}\ 2736'' = 0{,}0132$; 4°. $\sin 12'56'' = \text{tg}\ 12'56'' = \sin 776'' = \text{tg}\ 776'' = 0{,}376$.

3.17. Calcule tachimetrice

La calcule tachimetrice se vor executa următoarele operaţii:

a) *Determinarea diferenţei de nivel.* Pentru a determina diferenţa de nivel se consideră distanţa x măsurată cu ajutorul mirei şi a unghiului vertical v măsurat cu teodolitul, apoi se aplică formula $\Delta z = x \sin \cos v$.

Exemple de calcul. 1°. $x = 198{,}60$ m, $v = 0{,}38^g$. Pentru calculul la riglă a diferenţei de nivel, se reperează numărul 38 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce indicele 1 de pe scara CI (unghiul este mai mic decît 1) se suprapune cu firul marcator d. Se reperează numărul 1986 pe scara numerică C a rigletei cu firul marcator d, apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică D, care este egal cu 1188. Ordinul de mărime este determinat prin relaţia $N = n_a + n_b = 3 + (-2) = 1$, deci $\Delta z = 198{,}6 \sin \cos 0{,}38 = 1{,}188$ m; 2°. $x = 126$ m, $v = 0{,}68^g$, $\Delta z = 126 \sin \cos 0{,}68^g = 1{,}34$ m; 3°. $x = 115{,}50$ m, $v = 0{,}78^g$ $\Delta z = 115{,}5 \sin \cos 0{,}78^g = 1{,}41$ m; 4°. $x = 153$ m, $v = 1{,}12^g$, $\Delta z = 153 \sin \cos 1{,}12^g = 2{,}68$ m; 5°. $x = 84$ m, $v = 1{,}38^g$, $\Delta z = 84 \sin \cos 1{,}38^g = 1{,}83$ m; 6°. $x = 94$ m, $v = 1{,}76^g$, $\Delta z = 94 \sin \cos 1{,}76^g = 2{,}60$ m.

b) *Reducerea distanţei la orizontală.* Reducerea distanţei la orizontală se face numai pentru unghiurile verticale v mai mari de 2^g, cînd reducerea distanţei este mai mare de 1 cm. Distanţa x măsurată cu ajutorul mirei şi unghiul vertical v măsurat cu teodolitul. Pentru aceasta se reperează unghiul v pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului folosind formula $\Delta x = x \sin^2 v$, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul v de pe scara sin se suprapune cu firul marcator d. Se reperează pe scara pătratelor B a rigletei numărul x ce reprezintă distanţa măsurată, cu firul marcator d. Rezultatul se citeşte pe scara pătratelor A a riglei în dreptul firului marcator d.

Exemple de calcul. 1°. $x = 86{,}50$ m, $v = 2{,}12^g$, $\Delta x = x \sin^2 v = 86{,}50 \sin^2 2{,}12^g = 0{,}096 \approx 0{,}10$ m. Se reperează numărul 212 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul $2{,}12^g$ de pe scara sin se suprapune cu firul marcator d. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator d reperează numărul 865 pe scara pătratelor B a rigletei. Rezultatul se citeşte pe scara A în dreptul firului marcator d şi se obţine numărul 960. Ordinul de mărime se determină cu relaţia $N = n_a + n_b = n_a + 2\, n'_a - 1 = 2 + 2(-1) - 1 = -1$, iar rezultatul definitiv este egal cu $0{,}096 \approx 0{,}10$ m; 2°. $\Delta x =$

$=79 \sin^2 2{,}49^g=0{,}12$ m, $\Delta z=79 \sin \cos 2{,}49^g=3{,}42$ m; 3°. $\Delta x=92{,}50 \sin^2 3{,}10^g=0{,}22$, $\Delta z=92{,}50 \sin \cos 3{,}10^g=4{,}47$ m, 4°. $\Delta x=69 \sin^2 4{,}22^g=0{,}33$ m, $\Delta z=69 \sin \cos 4{,}22=4{,}80$ m; 5°. $\Delta x=52 \sin^2 14{,}36^g=2{,}58$ m, $\Delta z=52 \sin \cos 14{,}36=11{,}30$ m.

Notă. Pentru unghiuri sub 10^g, Δx şi Δz se calculează fără a mai deplasa a doua oară rigleta. Pentru unghiuri mai mari de 10^g se calculează separat Δx şi Δz.

Calculul coordonatelor relative ale unui punct. Pentru a se calcula coordonatele relative ale unui punct se folosesc următoarele formule:

$$\Delta x=d \sin(\theta); \qquad \Delta y=d \cos(\theta),$$

unde d este distanţa orizontală de la origine la punctul M şi θ este unghiul de orientare a direcţiei. Pentru calcul se consideră unghiul θ redus la cadranul *I*. Pentru orientări mai mari de 100, 200 şi 300 grade se fac calcule numai pentru depăşirea unghiului peste 100, 200 şi 300 grade. Semnele coordonatelor depind de cadranul în care este situat punctul M. Următorul tabel lămureşte semnele respective.

Pentru orientare între	Punctul vizat în cadranul	Semnele pentru	
		Δx	Δy
0–100	1	+	+
100–200	2	+	–
200–300	3	–	–
300–400	4	–	+

Exemple de calcul. 1°. $d=78{,}50$ m, $\theta=135^g$, $\Delta x=78{,}50 \sin 135^g$ $\Delta y=78{,}50 \cos 135^g=-78{,}50 \sin 35^g$ iar $\Delta x=78{,}50 \cos 35^g=78{,}50 \sin 65^g$.

Pentru calculul lui Δy se reperează numărul 35 pe scara numerică D a riglei cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul de 35^g pe scara sin se suprapune cu firul marcator d. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator d, reperează numărul 785 pe scara numerică C a rigletei. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D în dreptul firului marcator d şi se obţine numărul 409. Ordinul de mărime se obţine cu relaţia $N=n_a+n_b=2+0=2$ şi rezultatul definitiv este egal cu 40,90 m, deci $\Delta y=-40{,}90$ m. Pentru calculul lui Δx se reperează numărul 65 pe scara numerică D cu firul marcator d al cursorului, apoi se deplasează rigleta pînă ce unghiul de 65^g de pe scara sin se suprapune cu firul marcator d. Se deplasează cursorul pînă ce firul marcator d reperează numărul 785 pe scara numerică C a rigletei. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D a riglei în dreptul firului marcator d şi se obţine numărul 667. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula $N=n_a+n_b=2+0=2$ deci $\Delta x=66{,}70$ m; 2°. $d=35{,}40$, $\theta=78^g$, $\Delta x=35{,}40 \sin 78^g=33{,}60$ m, $\Delta y=35{,}40 \cos 78^g=35{,}40 \sin 22^g=12$ m; 3°. $d=94$ m, $\theta=235^g$, $\Delta x=94 \sin 235^g=-94 \sin 35^g=-49$, $\Delta y=94 \cos 235^g=-94 \cos 35^g=-94 \sin 65^g=-80{,}20$ m; 4°, $d=18{,}35$, $\theta=327^g$, $\Delta x=18{,}35 \sin 327^g=-18{,}35 \sin 73^g=-16{,}70$ m. $\Delta y=18{,}35 \cos 327^g=18{,}35 \sin 27^g=7{,}51$ m.

4 RIGLA DE CALCUL „POLITEHNICĂ“

4.1. Descrierea riglei de calcul

Rigla de calcul Politehnică are aceleași scări ca și rigla de calcul „Electrotehnică“ cu următoarele deosebiri (fig. 69, *a*, *b*). Scările exponențiale LL_2 și LL_3 sînt situate în partea inferioară a riglei în ordinea LL_3, LL_2 și LL_1 care este în plus față de primele două scări cu care se calculează expresia $e^{0,01\,x}$. Scara $P=\sqrt{1-x^2}$ este situată în partea superioară a riglei.

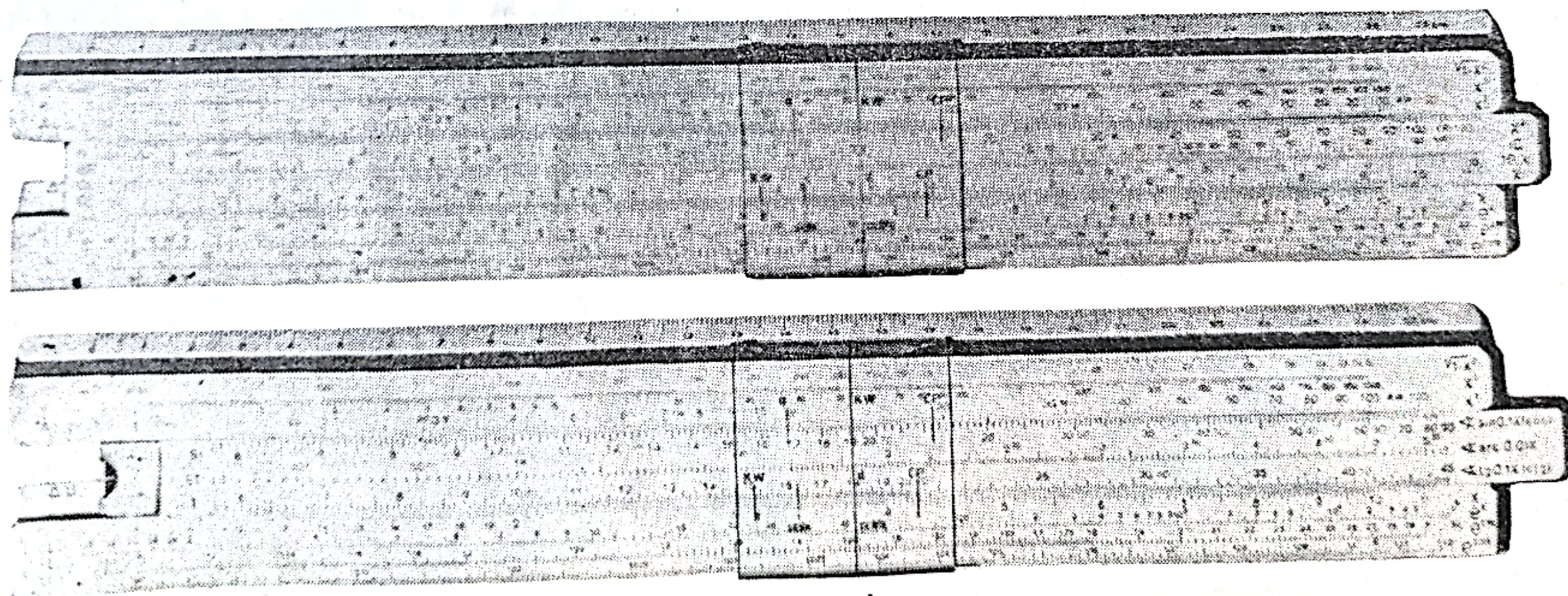


Fig. 69 a, b

4.2. Operaţii de calcul

Cu această riglă se pot executa toate operaţiile de la rigla de calcul Electrotehnică. Această riglă nu are scara logaritmilor zecimali, deci nu se pot calcula logaritmii zecimali ai numerelor.

4.3. Observaţie

Rigla de calcul lineară, după cele expuse mai înainte se compune din două scări logaritmice alăturate şi trasate în linie dreaptă. Cercul şi elicea se bucură, ca şi linia dreaptă, de proprietatea de a fi aplicabile în tot lungul lor. Este evident că dacă se vor trasa scări logaritmice pe cercuri sau elici concentrice de aceeaşi rază şi pas, se vor obţine linii de calcul circulare sau elicoidale. S-au construit şi se construiesc o mulţime de aparate care prezintă în multe cazuri unele avantaje asupra riglelor drepte. Astfel rigla elicoidală este capabilă de o mai mare dezvoltare a diviziunilor şi prin urmare de o exactitate mult mai mare pentru aceeaşi lungime decît riglele drepte; astfel o riglă elicoidală de 0,42 m lungime, echivalează cu o riglă dreaptă de lungime 5,40 m iar riglele circulare sînt mai uşor de purtat şi de mînuit, fiind de forma şi mărimea unui ceas de buzunar. Cu astfel de instrumente, toate operaţiile se fac în acelaşi mod ca şi cu rigla de calcul lineară, principiul lor de funcţionare fiind identic cu cel al riglei lineare. În cele ce urmează se va descrie rigla circulară împreună cu principiile ei de funcţionare şi de calcul.

5 RIGLA DE CALCUL CIRCULARĂ

5.1. Generalități

Rigla de calcul circulară este folosită pentru efectuarea acelorași operații ca și ale riglei de calcul lineare, adică: înmulțirea, împărțirea, ridicarea la puterea a II-a și extragerea rădăcinii pătrate, operații combinate, calculul funcțiilor trigonometrice directe și inverse, calculul ariei cercului etc. Rigla de calcul circulară ce va fi descrisă în cele ce urmează nu are scara cuburilor și scara logaritmilor, totuși există rigle circulare și cu aceste scări.

5.2. Descrierea riglei de calcul

Rigla de calcul circulară (fig. 70, *a* și *b*) se compune din următoarele părți: *1*, corpul; *2*. butonul cu cap negru; *3*. butonul cu cap roșu; *4*. cadranul mobil cu scări logaritmice; *5*. scara numerică *D*; *6*. scara pătratelor *A*; cadranul mobil poate fi rotit cu ajutorul butonului cu cap negru; *7*. acul sau arătătorul de culoare roșie; *8*. indicele fix de culoare roșie. Toate aceste elemente sînt situate pe partea unde se află și cadranul mobil, fig. 73, *a*. Cadranul fix fig. 73, *b* este situat pe partea opusă celui mobil și are următoarele scări: *9*. scara numerică *C*; *10*. scara sinusurilor notate cu *S*; *11*. scara tangentelor notată cu *t* și scara *s&t*; *12*. acul de culoare roșie. Scările logaritmice ale riglei de calcul circulară sînt gradate identic ca și scările corespunzătoare de pe rigla de calcul lineară.

5.3. Operațiile de calcul la rigla de calcul circulară

a) *Înmulțirea a două numere oarecare*. Pentru a se înmulți două numere oarecare *a* și *b*, adică $c=a\times b$, se repereazǎ numărul *a* pe scara numerică *D* prin învîrtirea cadranului mobil cu ajutorul butonului cu cap negru, pînă ce indicele fix *8* se suprapune cu acest număr, apoi cu ajutorul butonului cu cap roșu se aduce prin rotirea acului *7* în dreptul cifrei *1*. Se rotește cadranul mobil cu ajutorul butonului cu cap negru pînă ce al doilea factor *b* de pe scara *D* se suprapune cu acul *7*. Rezultatul produsului se citește pe scara numerică

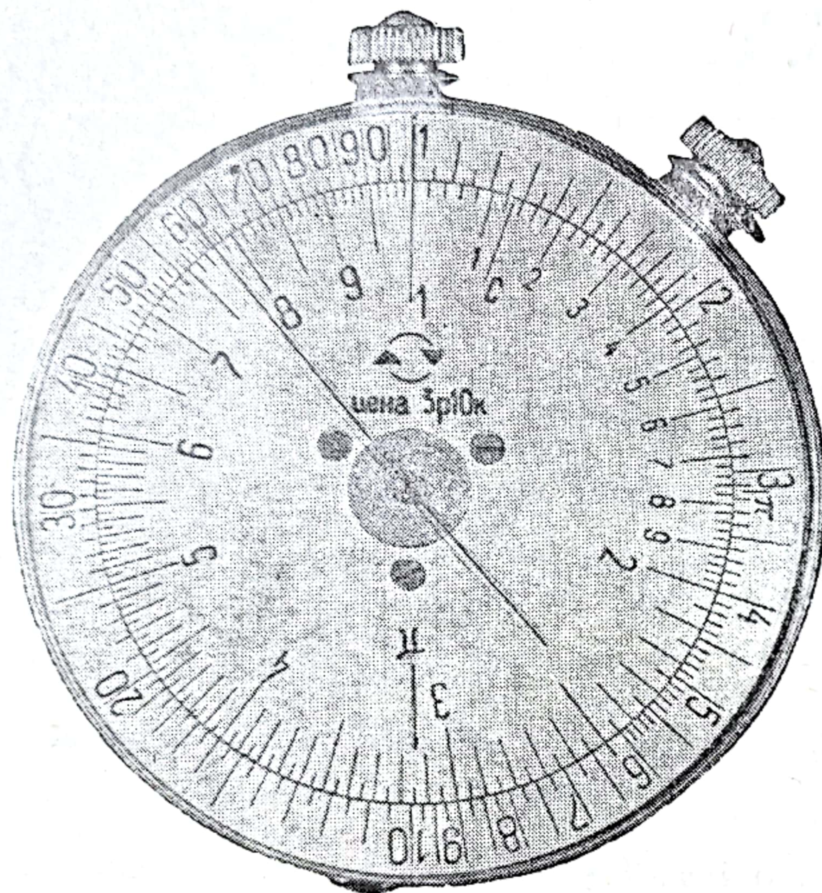


Fig. 70 a



Fig. 70 b

D în dreptul indicelui fix *8*. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu ajutorul formulelor I și II.

I · $N=n_a+n_b-1$, cînd indicele fix *8* nu depășește cifra 1,

II · $N=n_a+n_b$, cînd indicele fix *8* depășește cifra *1*.

În timpul operației de înmulțire, cadranul mobil se va roti numai în sens antiorar pentru a vedea cînd indicele fix 8 este depășit de cifra *1*.

Exemple de calcul. 1°. $15\times2{,}6=39$, $N=n_a+$ $+n_b-1=2+1-1=2$, pentru că indicele fix *8* nu a

depăşit cifra *1*. Pentru calcul se reperează numărul 15 pe scara numerică *D* prin rotirea cadranului mobil pînă ce indicele fix *8* se suprapune cu el, apoi se roteşte acul *7* cu ajutorul butonului cu cap roşu pînă ce el se suprapune cu cifra *1*. Se roteşte cadranul mobil cu ajutorul butonului cu cap negru, pînă ce numărul 26 de pe scara numerică *D* se suprapune cu acul 7. Rezultatul se citeşte pe scara numerică *D* în dreptul indicelui fix *8* care este egal cu 39; 2°. $65\times3{,}4=221$, $N=n_a+n_b=2+1=3$, pentru că indicele fix *8* a fost depăşit de cifra 1; 3°. $5{,}8\times2{,}7=15{,}66$, $N=n_a+n_b=$ $=1+1=2$, pentru că indicele fix *8* a fost depăşit de cifra 1; 4°. $17\times0{,}18=3{,}06$, $N=n_a+n_b-1=2+0-1=$ $=1$, pentru că indicele fix *8* nu a fost depăşit de cifra 1.

b) *Împărţirea a două numere oarecare*. Pentru efectuarea împărţirii a două numere *a* şi *b*, adică $c=\frac{a}{b}$, se reperează numărul *a* (deîmpărţitul) cu indicele fix *8* prin rotirea cadranului mobil cu ajutorul butonului cu cap roşu pînă ce el se suprapune cu numărul *b* (împărţitor) pe scara numerică *D*. Se roteşte cadranul mobil cu ajutorul butonului cu cap negru, pînă ce se aduce cifra *1* în dreptul acului 7. Rezultatul împărţirii *c* se citeşte pe scara numerică *D* în dreptul indicelui fix *8*. Ordinul de mărime se determină cu formulele III şi IV:

III $N=n_a-n_b+1$, dacă indicele fix *8* este depăşit de cifra 1;

IV. $N=n_a-n_b$, dacă indicele fix *8* nu este depăşit de cifra *1*.

În timpul operaţiei de împărţire se va roti cadranul mobil numai în sensul antiorar, pentru a observa cînd indicele fix *8* este depăşit de cifra *1*.

Exemple de calcul. 1°. $81:27=3$, $N=n_a-n_b+1=$ $=2-2+1=1$. Se reperează numărul 81 pe scara numerică *D* cu indicele fix *8* prin rotirea cadranului mobil cu ajutorul butonului cu cap negru, apoi se roteşte acul 7 cu ajutorul butonului cu cap roşu pînă ce el se suprapune cu numărul 27 pe scara numerică *D*. Se roteşte cadranul mobil cu ajutorul butonului cu cap negru pînă ce cifra *1* se suprapune cu acul 7. Rezultatul împărţirii se citeşte pe scara numerică *D* în dreptul indicelui fix *8*. Ordinul de mărime se determină cu formula III pentru că indicele fix a fost depăşit de cifra 1, care este egal cu 3; 2°. $24:4=6$ $N=n_a-n_b=$ $=2-1=1$, pentru că indicile fix *8* a fost depăşit de cifra 1; 3°. $36{,}4:2{,}5=14{,}51$, $N=n_a-n_b+1=2-1+1=2$, 4°. $36{,}9:5{,}4=6{,}8$, $N=n_a-n_b=2-1=1$, 5°. $0{,}75:0{,}025=30$, $N=n_a-n_b+1=0-(-1)+1=2$.

c) *Inversul numărului a*. Pentru a calcula inversul unui număr oarecare *a*, adică $b=\frac{1}{a}$, se reperează cifra *1* de pe cadranul mobil cu indicele fix *8* prin rotirea lui cu ajutorul butonului cu cap negru, apoi se reperează numărul *a* pe scara numerică *D* a cadranului mobil cu ajutorul acului 7. Se întoarce rigla şi se citeşte pe scara numerică *C* a cadranului fix 7, rezultatul operaţiei. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula V

$$\text{V. } N=1-n_a.$$

Exemple de calcul. 1°. $b=\frac{1}{125}=0{,}008$, $N=1-n_a$ $=1-3=-2$. Se reperează cifra *1* de pe cadranul mobil cu indicele fix *8* prin rotirea lui cu ajutorul

butonului cu cap negru, apoi se repereazā numărul 125 pe scara numerică D folosind butonul cu cap roşu. Se întoarce rigla şi se citeşte rezultatul pe scara numerică C a cadranului fix în dreptul acului 7, care este egal cu 8. Ordinul de mărime al rezultatului se determină cu formula V şi rezultatul definitiv este egal cu numărul 0,008; 2°. $b=\frac{1}{2}=0{,}5$ $N=1-n_a=1-1=0$; 3°. $b=\frac{1}{4}=0{,}25$, $N=1-n_a=1-1=0$; 4°. $b=\frac{1}{8}=0{,}125$, $N=1-n_a=1-1=0$; 5°. $b=\frac{1}{25}=0{,}04$, $N=1-n_a=1-2=-1$; 6°. $b=\frac{1}{6}=0{,}166$, $N=1-n_a=1-1=0$; 7°. $b=\frac{1}{75}=0{,}0133$, $N=1-n_a=1-2=-1$; 8°. $b=\frac{1}{0{,}125}=8$; 9°. $b=\frac{1}{0{,}04}=25$.

d) *Operaţii combinate*. Pentru calculul operaţiilor combinate dat de expresia $d=\frac{a\times b}{c}$, se repereazā numărul a pe scara numerică D cu indicele fix 8, prin rotirea cadranului mobil cu ajutorul butonului cu cap negru, apoi se roteşte acul 7, cu ajutorul butonului cu cap roşu şi se repereazā pe scara numerică D numărul c. Se roteşte cadranul mobil cu ajutorul butonului cu cap negru pînă ce numărul b de pe scara numerică D ajunge în dreptul acului 7. Rezultatul d se citeşte pe scara numerică D în dreptul indicelui fix 8.

Ordinul de mărire se determină prin cumularea formulelor de la înmulţire şi împărţire.

Exemple de calcul. 1°. $d=\frac{8\times 6}{5}=9{,}6$, $n_a+n_b-n_c=1+1-1=1$; 2°. $d=\frac{75\times 8{,}6}{12{,}6}=51{,}6$ $N=n_a+n_b-n_c+1=2+1-2+1=2$; 3°. $d=\frac{16\times 5{,}8}{0{,}07}=1326$ $N=n_a+n_b-n_c=2+1-(-1)=4$; 4°. $d=\frac{0{,}35\times 12}{0{,}05}=84$, $N=n_a+n_b-n_c=0+2-(-1)-1=2$.

e) *Ridicarea unui număr la puterea a doua*. Pentru a ridica un număr oarecare a la puterea a doua, adică $b=a^2$, se repereazā cifra 1 cu indicele fix 8, prin rotirea cadranului mobil cu ajutorul butonului cu cap negru, apoi se repereazā numărul a pe scara numerică D a cadranului mobil prin rotirea acului 7, cu ajutorul butonului cu cap roşu. Rezultatul se citeşte pe scara pătratelor A a cadranului mobil. Ordinul de mărime al rezultatului se determină prin formulele VI şi VII.

VI. $N=2\,na-1$ cînd citirea rezultatului se face pe scara As, între numerele 1 şi 10;

VII. $N=2\,n_a$ cînd citirea rezultatului se face pe scara Ad între numerele 10 şi 100.

Exemple de calcul. 1°. $b=15^2=225$, $N=2\,n_a-1=2\times 2-1=3$; 2°. $b=7{,}8^2=60{,}84$, $N=2n_a=2\times 1=2$, 3°. $b=35{,}4^2=1253$, $N=2\,n_a=2\times 2=4$.

f) *Extragerea rădăcinii de ordinul doi*. Pentru extragerea rădăcinii de ordinul doi (pătrate) dintr-un

număr oarecare b, adică $a=\sqrt{b}$, se repereazā numărul b pe scara pătratelor A de pe cadranul mobil cu acul 7, apoi se citește rezultatul pe scara numerică D în dreptul acului 7. Numărul b se repereazā pe subscara pătratelor A_s sau între numerele 1 și 10 cînd numărul cifrelor întregi sau numărul zerourilor după virgulă este impar. Dacă numărul de cifre întregi al numărului b este zero sau un număr par de zerouri după virgulă, atunci el se repereazā pe subscara A_d sau între numerele 10 și 100.

Ordinul de mărime se determină cu formulele VIII și IX:

VIII. $n=\dfrac{N+1}{2}$ dacă se repereazā pe scara A_s sau între numerele 1 și 10;

IX. $n=\dfrac{N}{2}$ dacă se repereazā pe scara A_d sau între numerele 10 și 100.

Exemple de calcul. 1°. $a=\sqrt{144}=12$, $n_a=\dfrac{N+1}{2}=\dfrac{3+1}{2}=2$; 2°. $a=\sqrt{81}=9$, $n_a=\dfrac{N}{2}=\dfrac{2}{2}=1$; 3°. $a=\sqrt{56,25}=7,5$, $n_a=\dfrac{N}{2}=\dfrac{2}{2}=1$, 4°. $a=\sqrt{625}=25$, $n_a=\dfrac{N+1}{2}=2$; 5°. $a=\sqrt{33,64}=5,8$, $n_a=\dfrac{N}{2}=\dfrac{2}{2}=1$; 6°. $a=\sqrt{0,0625}=0,25$, $n_a=\dfrac{N+1}{2}=\dfrac{-1+1}{2}=0$; 7°. $a=\sqrt{0,0025}=0,05$, $n_a=\dfrac{N}{2}=\dfrac{-2}{2}=-1$.

5.4. Calculul valorilor funcţiilor trigonometrice ale unui unghi oarecare α

Calculul valorii funcţiilor trigonometrice ale unui unghi oarecare α se face folosind scările trigonometrice S și T de pe cadranul fix. În rezolvarea acestei probleme se prezintă următoarele cazuri:

Cazul I. Cînd unghiul α este cuprins între 0° *și* 59′. În cazul unghiurilor din acest interval, valoarea funcţiilor sin α și tg α sînt egale cu unghiul α în radiani, adică $\sin\alpha=\operatorname{tg}\alpha=\dfrac{\alpha''}{\rho''}$ cînd unghiul α este dat în secunde sau $\sin\alpha=\operatorname{tg}\alpha=\dfrac{\alpha'}{\rho'}$ cînd unghiul α este dat în minute. Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 0 și 0,01 pînă la 34′ și între 0,01 și 0,1 pînă la 59′.

Exemple de calcul. 1°. $\sin 52'20''=\operatorname{tg} 52'20''=\dfrac{3140''}{\rho''}=\dfrac{3140}{206265}=0,0152$; 2°. $\sin 2'40''=\operatorname{tg} 2'40''=\dfrac{160''}{\rho''}=0,000775$; 3°. $\sin 48'=\operatorname{tg} 48'=\dfrac{48}{\rho'}=\dfrac{48}{3437}=0,01395$.

Cazul II, unghiul α este cuprins între 1° *și* 5°50′; dacă unghiul α este cuprins în intervalul de mai sus, atunci funcţiile trigonometrice sin α și tg α sînt aproximativ egale și se calculează pe scara trigonometrică T. Pentru determinarea valorilor acestor funcţii se repereazā unghiul α pe scara T cu ajutorul acului 7

prin rotirea butonului cu cap roşu, apoi se citeşte rezultatul pe scara numerică *D* a cadranului fix în dreptul acului *7*. Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 0,01 şi 0,1.

Exemple de calcul. **1°**. $\sin 1°30' = \operatorname{tg} 1°30' = 0{,}0262$; **2°**. $\sin 4°45' = \operatorname{tg} 4°45' = 0{,}083$; **3°**. $\sin 5°30' = \operatorname{tg} 5°30' = 0{,}098$; **4°**. $\sin 3°25' = \operatorname{tg} 3°25' = 0{,}0599$.

Cazul III. Cînd unghiul α *este cuprins între* 5°50' *şi* 90°. Pentru acest interval se calculează numai funcţiile trigonometrie sin α şi cos α pe scara *S*. Pentru un unghi oarecare α din intervalul respectiv, se reperează unghiul α pe scara *S* cu acul *7* prin rotirea butonului cu cap roşu, apoi se citeşte valoarea funcţiei pe scara numerică *D* a cadranului fix în dreptul acului *7*. Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 0,1 şi 1.

Exemple de calcul. **1°**. $\sin 16°24' = 0{,}2825$; **2°**. $\sin 45°40' = 0{,}715$; **3°**. $\sin 70°15' = 0{,}933$; **4°**. $\sin 36°50' = 0{,}599$; $\cos 45°30' = \sin(90° - 45°30') = \sin 44°30' = 0{,}835$.

Cazul IV. Unghiul α *este cuprins între* 5°50' şi 45°. În acest interval se calculează funcţia tangentei pe scara trigonometrică *T*. Pentru a determina valoarea lui tg α se reperează unghiul α pe scara *T* cu acul *7* prin rotirea butonului cu cap roşu, apoi se citeşte valoarea funcţiei tg α pe scara numerică *D* a cadranului fix în dreptul acului *7*.

Exemple de calcul. **1°**. $\operatorname{tg} 21°18' = 0{,}389$; **2°**. $\operatorname{tg} 36°40' = 0{,}740$; **3°**. $\operatorname{tg} 42°50' = 0{,}420$; **4°**. $\operatorname{tg} 12°25' = 0{,}219$; **5°**. $\operatorname{tg} 6°50' = 0{,}184$.

Cazul V. Unghiul α *este cuprins între* 45° şi 90°. În acest caz se foloseşte următoarea formulă: $\operatorname{tg} \alpha = \dfrac{1}{\operatorname{tg}(90° - \alpha)}$. Pentru a se determina valoarea funcţiei tg α în acest interval, se reperează cu indicele fix *8* cifra 1 de pe cadranul mobil prin rotirea lui cu ajutorul butonului cu cap negru, apoi se întoarce rigla şi se reperează cu acul *7* unghiul complimentar $90° - \alpha$, prin rotirea butonului cu cap roşu. Rezultatul se citeşte pe scara numerică *D* de pe cadranul mobil în dreptul acului *7*. Ordinul de mărime al rezultatului este cuprins între 1 şi 10 pentru unghiuri pînă la 84°16' şi este cuprins între 10 şi 100 pentru unghiuri pînă la 89°26'.

Exemple de calcul. **1°**. $\operatorname{tg} 60° = \dfrac{1}{\operatorname{tg}(90° - 60°)} = \dfrac{1}{\operatorname{tg} 30°} = 1{,}730$; **2°**. $\operatorname{tg} 80° = \dfrac{1}{\operatorname{tg}(90° - 80°)} = \dfrac{1}{\operatorname{tg} 10°} = 2{,}750$; **3°**. $\operatorname{tg} 50°30' = \dfrac{1}{\operatorname{tg}(90° - 50°30')} = \dfrac{1}{\operatorname{tg} 39°30'} = 1{,}215$; **4°**. $\operatorname{tg} 51°20' = \dfrac{1}{\operatorname{tg}(90° - 51°20')} = \dfrac{1}{\operatorname{tg} 38°40'} = 1{,}250$; **5°**. $\operatorname{tg} 76° = \dfrac{1}{\operatorname{tg}(90° - 76°)} = \dfrac{1}{\operatorname{tg} 14°} = 4$;

6°. $\operatorname{tg} 86°30' = \dfrac{1}{\operatorname{tg}(90° - 86°30')} = \dfrac{1}{\operatorname{tg} 30°30'} = 16{,}25$.

Cazul VI. Calculul funcţiei trigonometrice cos α *pentru unghiuri cuprinse între* 0° *şi* 84°10'. Se transformă funcţia cos α în funcţia $\sin(90° - \alpha)$ şi apoi se procedează identic ca în cazul III.

Exemple de calcul. 1°. $\cos 35°40' = \sin(90° - 35°40') = \sin 54°20' = 0{,}812$; 2°. $\cos 65°25' = \sin(90° - 65°25') = \sin 24°35' = 0{,}416$; 3°. $\cos 78°30' = \sin(90° - 78°30') = \sin 11°30' = 0{,}199$.

Cazul VII. Calculul valorii funcţiei trigonometrice ctg α. Din trigonometrie se ştie că $\operatorname{ctg}\alpha = \operatorname{tg}(90° - \alpha)$ şi în acest caz calculele se fac identic ca în cazurile IV şi V.

Exemple de calcul. 1°. $\operatorname{ctg} 30° = \operatorname{tg}(90° - 30°) = \operatorname{tg} 60° = \frac{1}{\operatorname{tg} 30°} = 1{,}730$; 2°. $\operatorname{ctg} 60° = \operatorname{tg}(90° - 60°) = \operatorname{tg} 30° = 0{,}578$; 3°. $\operatorname{ctg} 70°30' = \operatorname{tg}(90° - 70°30') = \operatorname{tg} 19°30' = 0{,}356$; 4°. $\operatorname{ctg} 43°20' = \operatorname{tg}(90° - 43°20') = \operatorname{tg} 46°40' = \frac{1}{\operatorname{tg} 43°20'} = 1{,}060$.

5.5. Calculul funcţiilor trigonometrice inverse

a) *Funcţiile* sin α *şi* cos α. Pentru determinarea valorii funcţiilor trigonometrice inverse, adică pentru aflarea unghiului α cînd se dă valoarea funcţiei sin α sau cos α, se reperează pe scara numerică *C* a cadranului fix valoarea funcţiei respective prin rotirea acului 7 cu butonul cu cap roşu, apoi se citeşte valoarea unghiului α pe scara trigonometrică *S* sau *T* în dreptul acului 7.

Exemple de calcul. 1°. $\sin\alpha = 0{,}756$, $\alpha = 49°$; 2°. $\sin\alpha = \operatorname{tg}\alpha = 0{,}0734$, $\alpha = 4°14'$; 3°. $\cos\alpha = 0{,}456$, $\alpha = 90° - 27°20' = 62°40'$; 4°. $\cos\alpha = 0{,}756$, $\alpha = 90° - 49° = 41°$; 5°. $\cos\alpha = 0{,}378$, $\alpha = 90° - 8°30' = 81°30'$.

b) *Funcţia* tg α. Se consideră funcţia tg α care este mai mică decît 1 şi în acest caz se foloseşte scara trigonometrică *T* a cadranului fix. Pentru a afla unghiul α cînd se cunoaşte valoarea funcţiei tg α mai mică decît 1, se reperează valoarea funcţiei pe scara numerică *C* a cadranului fix prin rotirea acului 7 cu butonul cu cap roşu apoi se citeşte unghiul α pe scara *T*.

Exemple de calcul. 1°. $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}0756$, $\alpha = 4°29'$; 2°. $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}235$, $\alpha = 12°18'$; 3°. $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}876$, $\alpha = 41°10'$; 4°. $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}950$, $\alpha = 43°30'$.

Se consideră funcţia tg α *mai mare decît 1*. Pentru tg α mai mare decît 1 se reperează cu indicele fix 8 cifra 1 de pe cadranul mobil prin rotirea lui cu ajutorul butonului cu cap negru, apoi se reperează valoarea tangentei pe scara numerică *D* a cadranului mobil prin rotirea acului 7 cu butonul cu cap roşu. Se întoarce rigla şi se citeşte unghiul complementar pe scara *T* în dreptul acului 7, iar unghiul α este complementul celui citit.

Exemple de calcul. 1°. $\operatorname{tg}\alpha = 1{,}73$, $\alpha = 90° - 30° = 60°$; 2°. $\operatorname{tg}\alpha = 4{,}9$, $\alpha = 90° - 14° = 76°$; 3°. $\operatorname{tg}\alpha = 1{,}25$, $\alpha = 90° - 38°40' = 51°20'$; 4°. $\operatorname{tg}\alpha = 2{,}75$, $\alpha = 90° - 20° = 70°$.

Funcţia cotangentă unghiului α. Pentru a afla unghiul cînd se cunoaşte valoarea lui ctg α, se ţine

seama de relaţia ctg α=tg $(90°-\alpha)$ şi restul se calculează identic ca la paragraful *b*.

Exemple de calcul. 1°. ctg $\alpha=0,578$, $\alpha=90°-30°=60°$; 2°. ctg $\alpha=0,175$, $\alpha=90°-9°55'=80°15'$; 3°. ctg $\alpha=1,730$, $\alpha=90°-60°=30°$; 4°. ctg $\alpha=2,35$, $\alpha=90°-67°=23°$.

5.6. Produsul dintre un număr *a* şi o funcţie trigonometrică

a) *Să se calculeze expresia* $b=a$ sin α. Pentru a determina valoarea lui *b* se reperează unghiul α pe scara *S* cu acul *7* de pe cadranul fix folosind butonul cu cap roşu. Se întoarce rigla şi se vizează cu acul *7* numărul *a* pe scara numerică *D* prin rotirea cadranului mobil prin butonul cu cap negru. Rezultatul se citeşte pe scara numerică *D* în dreptul indicelui fix *8*. Ordinul de mărime se determină cu formulele de la înmulţire şi de la funcţia sin α.

Exemple de calcul. 1°. $b=25$ sin $30°=12,5$, $N=n_a+n_b=2+0=2$; 2°. $b=120$ sin $60°=103,8$, $N=n_a+n_b=3+0=3$; 3°. $b=50$ sin $60°=43,25$; $N=n_a+n_b=2+0=2$; 4°. $b=120$ sin $45°=85$, $N=n_a+n_b-1=3+0-1=2$.

b) *Să se calculeze expresia* $b=a$ tg α. Dacă unghiul α este cuprins între 0° şi 45°, atunci se reperează unghiul α pe scara *T* a cadranului prin rotirea acului *7* cu butonul cu cap roşu, apoi se întoarce rigla şi prin rotirea cadranului mobil cu ajutorul butonului cu cap negru, se reperează cu acul *7* numărul *a* pe scara numerică *D*. Rezultatul se citeşte pe scara *D* în dreptul indicelui fix *8*.

Exemple de calcul. 1°. $b=50$ tg $30°=28,85$, $N=n_a+n_b=2+0=2$; 2°. $b=156$ tg $42°=142$, $N=n_a+n_b=3+0=3$; 3°. $b=15$ tg $17°30'=4,75$, $N=n_a+n_b-1=2+0-1=1$.

c) *Să se calculeze expresia* $b=a$ tg α, *cînd unghiul este mai mare decît* 45°. În acest caz se reperează complimentul unghiului α pe scara *T* prin rotirea lui cu ajutorul butonului cu cap roşu, apoi se întoarce rigla şi se reperează cu indicele fix *8* numărul *a* pe scara numerică *D* prin rotirea cadranului mobil cu ajutorul butonului cu cap negru. Rezultatul se citeşte pe scara numerică *D* în dreptul acului *7*.

Exemple de calcul. 1°. $b=50 \text{ tg } 60°=\frac{50}{\text{tg } 30°}=86,50$, $N=n_a-n_b+1=2+1-1=2$; 2°. $b=264 \text{ tg } 70°=\frac{264}{\text{tg } 20°}=728$, $N=n_a-n_b=3-0=3$; 3°. $b=36 \text{ tg } 65°=\frac{36}{\text{tg } 25°}=77,5$, $N=n_a-n_b=2-0=2$; 4°. $b=40$ ctg $60°=40$ tg $30°=23,12$, $N=n_a+n_b=2+0=2$; 5°. $b=80 \text{ ctg } 30°=80 \text{ tg } 60°=\frac{80}{\text{tg } 30°}=138,40$, $N=n_a-n_b+1=2-0+1=3$.

5.7. Cîtul unui număr printr-o funcţie trigonometrică

a) *Să se determine valoarea cîtului dintre numărul a şi funcţia trigonometrică* sin α, *adică* $b=\frac{a}{\sin\alpha}$. Pentru a se determina valoarea numărului b se reperează pe scara numerică D numărul a cu indicele fix *8*, prin rotirea cadranului mobil cu ajutorul butonului cu cap negru. Se întoarce rigla şi se reperează unghiul α pe scara S cu acul *7* prin rotirea lui cu butonul cu cap roşu. Se citeşte rezultatul pe scara numerică D a cadranului mobil prin întoarcerea riglei, în dreptul acului *7*. Ordinul de mărime se determină cu formulele de la împărţire şi a funcţiei sinus.

Exemple de calcul. 1°. $b=\frac{50}{\sin 60^\circ}=57{,}8$, $N=n_a-n_b=2-0=2$; 2°. $b=\frac{25}{\sin 30^\circ}=50$, $N=n_a-n_b=2-0=2$, 3°. $b=\frac{120}{\sin 45^\circ}=169{,}5$, $N=n_a-n_b=3-0=3$; 4°. $b=\frac{256}{\cos 52^\circ30'}=\frac{256}{\sin(90^\circ-52^\circ30')}=\frac{256}{\sin 37^\circ30'}=421$, $N=n_a-n_b=3-0=3$; 5°. $b=\frac{356}{\cos 25^\circ30'}=\frac{356}{\sin(90^\circ-25^\circ30')}=\frac{356}{\sin 64^\circ30'}=398{,}8$, $N=n_a-n_b=3-0=3$, 6°. $b=\frac{484}{\sin 11^\circ50'}=2360$.

b) *Să se determine valoarea cîtului dintre numărul a şi funcţia trigonometrică tangenta unghiului* α, *adică* $b=\frac{a}{\operatorname{tg}\alpha}$. Pentru a se determina valoarea numărului b în cazul cînd unghiul este mai mic decît 45°, se reperează pe scara numerică D numărul a cu indicele fix *8* prin rotirea cadranului mobil cu butonul cu cap negru, apoi se întoarce rigla şi se reperează unghiul α pe scara T cu acul *7* prin rotirea lui cu butonul cu cap roşu. Se întoarce rigla şi se citeşte rezultatul pe scara numerică D a cadranului mobil în dreptul acului *7*. Ordinul de mărime se obţine prin aceleaşi relaţii ca la punctul *a*.

Exemple de calcul. 1°. $b=\frac{25}{\operatorname{tg} 30^\circ}=43{,}25$, $N=n_a-n_b=2-0=2$; 2°. $b=\frac{175}{\operatorname{tg} 25^\circ20'}=368$, $N=n_a-n_b=3-0=3$; 3°. $b=\frac{76}{\operatorname{ctg} 60^\circ}=\frac{76}{\operatorname{tg}(90^\circ-60^\circ)}=\frac{76}{\operatorname{tg} 30^\circ}=132$; $N=n_a-n_b+1=2-0+1=3$; 4°. $b=\frac{96}{\operatorname{ctg} 75^\circ30'}=\frac{96}{\operatorname{tg} 14^\circ30'}=372$, $N=n_a-n_b+1=2-0+1=3$.

Pentru determinarea valorii numărului b în cazul cînd unghiul α este mai mare decît 45°, se reperează complimentul unghiului α adică 90°−α pe scara T a cadranului fix prin rotirea acului cu ajutorul butonului cu cap roşu, apoi se întoarce rigla şi prin rotirea cadranului mobil cu ajutorul butonului cu cap negru se reperează cu acul *7* numărul *a* pe scara numerică D. Rezultatul se citeşte pe scara numerică D în dreptul indicelui fix *8*. Ordinul de mărime se obţine ca la punctul *a*.

Exemple de calcul. 1°. $b=\frac{50}{\mathrm{tg}\,60°}=\frac{50}{\frac{1}{\mathrm{tg}\,30°}}=50\,\mathrm{tg}\,30°=28,85$, $N=n_a+n_b=2+0=2$; 2°. $b=\frac{264}{\mathrm{tg}\,80°}=264\,\mathrm{tg}\,10°=46,46$, $N=n_a+n_b-1=3+0-1=2$; 3°. $b=\frac{185}{\mathrm{ctg}\,30°}=\frac{185}{\mathrm{tg}\,(90°-30°)}=\frac{185}{\mathrm{tg}\,60°}=185\,\mathrm{tg}\,30°=107,4$; $N=n_a+n_b=3+0=3$; 4°. $b=\frac{36}{\mathrm{tg}\,70°30'}=36\,\mathrm{tg}\,19°30'=12,68$.

5.8. Aria cercului cînd se cunoaşte diametrul *d*

Pentru a se determina aria cercului în funcţie de diametrul lui *d* se foloseşte formula transformată dată de relaţia:

$$S=\frac{\pi d^2}{4}=\left(d:\frac{2}{\sqrt{\pi}}\right)^2=(d:\,C)^2,$$

unde $C=\frac{2}{\sqrt{\pi}}=1,128$, care este o constantă trasată pe scara numerică *D* a cadranului mobil. Pentru calculul ariei se reperează diametrul *d* cu indicele fix *8* prin rotirea cadranului mobil cu ajutorul butonului cu cap negru, pe scara numerică *D*, apoi se roteşte acul *7* cu ajutorul butonului cu cap roşu pînă ce el reperează constanta *C*. Se roteşte cadranul mobil cu ajutorul butonului cu cap negru pînă ce cifra 1 se suprapune cu acul *7*. Rezultatul se citeşte pe scara pătratelor *A* în dreptul indicelui fix *8*. Ordinul de mărime al rezultatului se obţine cu aceleaşi formule ca la rigla lineară.

Exemple de calcul. 1°. $d=2$ m, $S=\pi=3,14$ m², $N=2\,n_a-1=2\times1-1=1$; 2°. $d=35,6$ cm, $S=995$ cm², $N=2\,n_a-1=2\times2-1=3$; 3°. $d=75$ cm, $S=4480$ cm² $N=2\,n_a=2\times2=4$; 4°. $d=105$ cm, $S=8650$ cm², $N=2\,n_a-2=2\times3-2=4$.

5.9. Calculul diametrului unui cerc, cînd se dă aria

Dacă se cunoaşte numărul *S*, care este valoarea ariei cercului, pentru determinarea diametrului se reperează numărul *S* pe scara pătratelor *A* cu indicele fix *8* prin rotirea cadranului mobil *8* cu ajutorul butonului cu cap negru, apoi se aduce acul *7* prin rotirea lui cu ajutorul butonului cu cap roşu în dreptul cifrei 1. Se roteşte cadranul mobil cu ajutorul butonului cu cap negru pînă ce constanta *C* de pe scara numerică *D* se suprapune cu acul *7*. Rezultatul se citeşte pe scara numerică *D* în dreptul indicelui fix *8*. Ordinul de mărime se obţine cu aceleaşi formule de la rigla de calcul lineară şi cu aceleaşi indicaţii în ce priveşte reperarea numerelor *S* pe subscările A_s şi A_d, adică în intervalul 1—10 sau 10—100.

Exemple de calcul. 1°. $S=\pi$, $d=2$, $n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{1+1}{2}=1$; 2°. $S=995\ \text{cm}^2$. $d=35{,}6\ \text{cm}$, $n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{3+1}{2}=2$; 3°. $S=126{,}8\ \text{m}^2$, $d=12{,}69\ \text{m}$, $n_a=\frac{N+1}{2}=\frac{3+1}{2}=2$; 4°. $S=6856\ \text{cm}^2$, $d=93{,}6\ \text{cm}$, $n_a=\frac{N}{2}=\frac{4}{2}=2$; 5°. $S=8542\ \text{m}^2$, $d=105{,}5\ \text{m}$, $n_a=\frac{N+2}{2}=\frac{4+2}{2}=3$; 6°. $S=9342\ \text{cm}^2$, $d=109{,}1\ \text{cm}$, $n_a=\frac{N+2}{2}=\frac{4+2}{2}=3$; 7°. $S=4586\ \text{m}^2$, $d=75\ \text{m}$, $n_a=\frac{4}{2}=2$.

La rigla de calcul circulară se pot executa toate calculele ce au fost executate la rigla de calcul liniară.

Rigla de calcul circulară descrisă mai înainte nu are scara cuburilor şi scara logaritmilor, deci nu se poate determina cubul unui număr, extragerea rădăcinii cubice dintr-un număr şi aflarea logaritmului unui număr oarecare precum şi operaţii cu aceste scări. Rigla de calcul circulară descrisă este de tip U.R.S.S. (Krugovaia logarifmiceskaia lineika K1—1).

Control științific:
Prof. dr. doc. șt. MIRCEA SOARE
Redactor: Ing. NICOLAE VOICU
Tehnoredactor: ELENA GERU
Coperta: THEODORA DOXAN

Bun de tipar: 21.I.1978. Coli de tipar: 7.
Tiraj: 77 900+70. C.Z. 681.143

Întreprinderea poligrafică Sibiu,
Șos. Alba Iulia nr. 40



Lei 5,25

Editura tehnică

